

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 536 840**

51 Int. Cl.:

H04L 5/00 (2006.01)

H04B 7/04 (2006.01)

H04W 52/14 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.06.2010 E 10740047 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2015 EP 2443763**

54 Título: **Método y sistema para señalar capas de transmisión para MIMO de único usuario y múltiples usuarios**

30 Prioridad:

19.06.2009 US 218705 P

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

29.05.2015

73 Titular/es:

**BLACKBERRY LIMITED (100.0%)
2200 University Avenue East
Waterloo, ON N2K 0A7, CA**

72 Inventor/es:

**XU, HUA;
JIA, YONGKANG;
CAI, ZHIJUN;
HEO, YOUN HYOUNG;
EARNSHAW, MARK;
HARRISON, ROBERT MARK;
MCBEATH, SEAN MICHAEL y
FONG, MO-HAN**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 536 840 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método y sistema para señalar capas de transmisión para MIMO de único usuario y múltiples usuarios

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a la comunicación de Múltiple entrada, Múltiple Salida (MIMO – Multiple Input Multiple Output, en inglés) y en particular al uso de una señal de referencia dedicada para los datos de desmodulación en sistemas de MIMO.

10 ANTECEDENTES

En las especificaciones de la Versión 8 (Rel-8 – Release-8, en inglés) de la Evolución a Largo Plazo (LTE - Long Term Evolution, en inglés), la transmisión de Múltiple Entrada Múltiple Salida de Múltiples usuarios (MU-MIMO – Multi User Multiple Input, Múltiple Output, en inglés) está soportada en la transmisión de enlace descendente utilizando el modo de transmisión 5 en la capa física. Si la MU-MIMO está especificada en tal modo de transmisión, un Equipo de Usuario (UE – User Equipment, en inglés) proporcionará un Indicador de Matriz de Precodificación (PMI – Precoding Matrix Indicator, en inglés) y un Indicador de Calidad del Canal (CQI – Channel Quality Indicator, en inglés) a un Nodo B (eNB) de la Red de Acceso por Radio Terrestre Universal Evolucionada (E-UTRAN – Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network, en inglés) y el eNB planificará dos o más UEs juntos y señalará a los UEs las matrices de precodificación utilizadas para la transmisión. La potencia de transmisión a cada UE puede entonces ser adecuadamente escalada para mantener una potencia de transmisión constante y tal factor de escalado de potencia de puede también ser señalado al UE.

El UE utilizará una Señal de Referencia Común (CRS – Common Reference Signal, en inglés) para la estimación del canal. Así, además del escalado de potencia, el esquema de MU-MIMO bajo la Versión 8 es casi el mismo que un esquema de MIMO de Usuario Único (SU-MIMO - Single User MIMO, en inglés) de bucle cerrado sin ningún tratamiento especial para MU-MIMO.

En LTE Avanzada (LTE-A), se están considerando varias características. Entre ellas está el que la señal de referencia (RS – Reference Signal, en inglés) está definida en dos categorías, una para la Medición de Canal (CSI-RS - Channel State Information-Reference Signal, en inglés) y la otra para la Desmodulación (DM-RS – DeModulación - Reference Signal, en inglés). Esto es diferente de las especificaciones de la Versión 8, donde la estimación de canal y la desmodulación utilizan las dos el mismo conjunto de señales de referencia comunes, las CRS. Además, la DM-RS debería estar precodificada de la misma manera que para los datos, haciendo que la RS sea una Señal de Referencia Dedicada (DRS – Dedicated Reference Signal, en inglés).

En LTE de Versión 9, un tema de trabajo que se está investigando es el rendimiento de una técnica de formación de haz de capa dual. En tal sistema, dos flujos de datos independientes son codificados, modulados y mapeados a recursos de frecuencia. Los flujos de datos son a continuación transmitidos en dos haces independientes de un conjunto de antenas, un subconjunto de las cuales puede tener una baja correlación mutua. Por ejemplo, el conjunto de antenas podría ser una matriz de elementos polarizados duales separados media longitud de onda o el conjunto podría ser dos paneles separados por 4 ó más longitudes de onda, donde cada panel contiene elementos separados media longitud de onda. La DRS se utiliza también para desmodulación.

Este uso de una Señal de Referencia Dedicada crea problemas con respecto a la señalización de control. La eficiencia es una consideración de diseño para los canales de control, puesto que la sobrecarga del canal de control impacta en la capacidad del sistema.

Se han desarrollado esquemas de señalización de control eficientes en el área de la asignación de recursos. En particular, con el fin de asignar uno o más de una pluralidad de recursos de radio, se han desarrollado varios esquemas de señalización. Por ejemplo, si hay N recursos de radio, entonces un mapa de bits de longitud N, donde cada bit representa un recurso de radio, puede ser utilizado para indicar una asignación de recursos. Alternativamente, si hay N recursos de radio, entonces puede utilizarse un primer campo de señalización para indicar el primer recurso de radio en una asignación de recursos y puede utilizarse un segundo campo de señalización para indicar el número de recursos de radio en la asignación. Una señalización eficiente resulta también deseable para la DRS.

BORRADOR DEL 2GPP; R1-091231 DL RS DESIGNS in LTE-A, PROYECTO DE COLABORACIÓN DE 3ª GENERACIÓN (3GPP), CENTRO DE COMPETENCIA DE TELEFONÍA MÓVIL; 650, ROUTE DES LUCIOLES; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX; FRANCIA, no. Seúl, Corea; 20090318, 18 de Marzo de 2009, XP050338845 se refiere a “DL RS Designs for LTE-Advanced”.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La presente invención se comprenderá mejor con referencia a los dibujos, en los cuales:

65 la **Figura 1** es un diagrama de bloques que muestra la configuración de las comunicaciones de múltiple entrada múltiple salida de múltiples usuarios en un sistema de evolución a largo plazo de versión 8;

la **Figura 2** es un diagrama de bloques que muestra la comunicación de formación de haz entre una estación de base y un único usuario;

la **Figura 3** es un diagrama de bloques que muestra la comunicación de formación de haz entre una estación de base y múltiples usuarios en la cual se proporcionan haces a cada usuario;

5 la **Figura 4** es un diagrama de bloques que muestra la comunicación de formación de haz entre una estación de base y múltiples usuarios en la cual se proporcionan haces separados a cada usuario;

la **Figura 5** es un diagrama de bloques que muestra comunicaciones de múltiple entrada múltiple salida de múltiples usuarios en las cuales se proporcionan capas separadas a diferentes equipos de usuario;

10 la **Figura 6** es un diagrama de bloques que muestra una implementación de múltiples células del sistema de la Figura 5;

la **Figura 7** es un diagrama de bloques que muestra un patrón de señales de referencia dedicadas;

la **Figura 8** es un diagrama de bloques que muestra una asignación de capas agrupadas para cada receptor;

la **Figura 9** es un diagrama de bloques que muestra la asignación de capas agrupadas para cada receptor donde la asignación abarca de una última capa a una primera capa;

15 la **Figura 10** es un diagrama de bloques que muestra las comunicaciones entre un elemento de red y un equipo de usuario en las que se infieren patrones / códigos o puertos de señal de referencia dedicada; y

la **Figura 11** es un diagrama de bloques de un equipo de usuario de ejemplo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

20 La presente invención proporciona un método y aparato tal como se define en las reivindicaciones adjuntas. La presente invención proporciona un método para señalar las capas de transmisión para ser utilizadas en un sistema de múltiple entrada múltiple salida que comprende: proporcionar una señal de control de enlace descendente que contiene información para las capas de transmisión o los puertos de señal de referencia dedicada utilizados, estando los puertos de señal de referencia dedicada asociados con las capas de transmisión; y utilizar la información para

25 desmodular datos en cada capa de transmisión.

La presente invención proporciona además un elemento de red configurado para señalar las capas de transmisión y/o los patrones / códigos de DRS o puertos de DRS para ser utilizados en un sistema de múltiple entrada múltiple salida que comprende: un subsistema de comunicaciones para proporcionar una señal de control de enlace descendente que contiene información para las capas de transmisión y/o los patrones / códigos de DRS o los puertos de DRS utilizados.

30

La presente invención proporciona además un método en un equipo de usuario para utilizar información para las capas de transmisión para ser utilizada en un sistema de múltiple entrada múltiple salida que comprende: recibir una señal de control de enlace descendente que contiene información para las capas de transmisión o los puertos de señal de referencia dedicada utilizados, estando los puertos de señal de referencia dedicada asociados con las capas de transmisión; y desmodular una señal sobre la base de la información.

35

La presente invención proporciona además un equipo de usuario configurado para utilizar señalización para las capas de transmisión y/o patrones / códigos de DRS o puertos de DRS en un sistema de múltiple entrada múltiple salida que comprende: un subsistema de comunicaciones para recibir una señal de control de enlace descendente que contiene información para las capas de transmisión y/o los patrones / códigos de DRS o puertos de DRS utilizados; y un procesador para la desmodulación de una señal sobre la base de la información para las capas de transmisión y/o los patrones / códigos de DRS o los puertos de DRS utilizados.

40

Se hace ahora referencia a la Figura 1. Como se muestra en la Figura 1, se muestra una transmisión de MIMO de Múltiples usuarios de Versión 8. Si se especifica que el UE está en modo de transmisión 5, el UE proporciona un indicador de matriz de precodificación (PMI) y un indicador de calidad del canal (CQI) al eNB y el eNB a continuación planifica dos o más UEs juntos y señala a los UEs las matrices de precodificación utilizadas para la transmisión.

50

Así, como se ve en la Figura 1, un UE 110 y un UE 120 proporcionan ambas señales al eNB 130, a través de una estación de base 140, con el CQI y el PMI, como se muestra mediante las flechas 142 y 144 respectivamente.

En respuesta, el eNB 130, a través de la estación de base 140, empareja los UEs 110 y 120 e inicia la transmisión de MU-MIMO, como se muestra mediante las flechas 152 y 154.

55

Inversamente, en LTE-A existen varias opciones. Entre ellas está dividir la señal de referencia en dos categorías, una para medición del canal y una para desmodulación. Las señales de referencia para desmodulación están precodificadas de la misma manera que los datos y así se convierten en señales de referencia dedicadas. Una razón para introducir DRS como DM-RS es controlar la sobrecarga de la señalización de recursos en la MIMO de orden superior (donde están permitidos un gran número de canales o de capas). En LTE-A, MIMO de orden superior requeriría más sobrecarga si se utiliza la señal de referencia común.

60

La introducción de la DRS para LTE-A puede facilitar el uso de MIMO de Múltiples Usuarios. Concretamente, el uso de DRS no requiere ninguna señalización explícita del nivel de potencia al UE puesto que la información del nivel de potencia está contenida en la DRS. También, debido al uso de DRS, el eNB podría utilizar diferentes matrices de

65

5 precodificación distintas de la recomendada por el UE, y podría incluso utilizar una matriz de precodificación no especificada en un libro de claves. El uso de tales matrices de precodificación puede facilitar la supresión de interferencias y la cancelación en MU-MIMO. Además, el PMI no necesita ser señalizado por el eNB al UE para ahorrar la sobrecarga de la señal de control en una realización. El uso de DRS también permite una mayor flexibilidad para la transmisión de MU-MIMO tal como la asignación de capa.

10 En LTE de Versión 9, se consideran técnicas de formación de haz y aspectos del diseño. En tal sistema, se codifican, modulan y mapean a recursos de frecuencia dos flujos de datos independientes. Los flujos de datos son a continuación transmitidos en dos haces independientes de un conjunto de antenas con polarización cruzada. Se utiliza DRS para desmodulación.

15 Se hace ahora referencia a la Figura 2. Como se ve en la Figura 2, un UE 210 se comunica con un eNB 220 a través de una estación de base 230. En una realización de la Figura 2, una MIMO de único usuario tiene formación de haz de capa dual, como se muestra mediante los haces 240 y 242 respectivamente.

En referencia a la Figura 3, un UE 310 y un UE 320 se comunican con un eNB 330 a través de la estación de base 340. Cada UE 310 y 320 recibe 2 haces, mostrados como haces 350 y 352.

20 Se hace ahora referencia a la Figura 4. En la Figura 4, los UEs 410 y 420 se comunican con un eNB 430 a través de una estación de base 440. En el ejemplo de la Figura 4, se proporciona un haz de capa dual para MIMO de Múltiples Usuarios con diferentes haces. Los diferentes haces se muestran como el haz 450, proporcionado al UE 410, y el haz 452, proporcionado al UE 420.

25 Como se ve a partir de las Figuras 2, 3 y 4, dos flujos de datos independientes son modulados y mapeados a recursos de frecuencia. Son a continuación transmitidos en dos haces independientes de un conjunto de antenas, un subconjunto de las cuales pueden tener baja correlación mutua. Por ejemplo el conjunto de antenas podría ser una matriz de elementos polarizados duales separados media longitud de onda o el conjunto podría ser dos paneles separados por 4 ó más longitudes de onda, donde cada panel contiene elementos separados media longitud de onda. Se utiliza DRS para desmodulación.

30 Las Figuras 2 a 4 muestran que el sistema de Versión 9 tiene la flexibilidad de soportar transmisión de MIMO de Único Usuario así como de MIMO de Múltiples Usuarios y puede tener la flexibilidad de transmitir a dos usuarios, cada uno en un haz o capa diferente.

35 La flexibilidad de transmisión en la Versión 9 y la LTE-A requiere un nuevo diseño de la señal de control correspondiente para evitar la introducción de demasiados modos y demasiadas configuraciones de transmisión, puesto que la introducción de demasiados modos y configuraciones incrementará la complejidad tanto del eNB como del UE.

40 Además, incluso aunque el MIMO de Múltiples Usuarios puede proporcionar beneficios de funcionamiento para la Versión 9 y la LTE-A, puede ser necesario tratar algunos problemas, distintos de utilizar las señales de referencia dedicadas. Esto es porque, a diferencia de cuando se utiliza la MIMO de Único Usuario, hay flexibilidad en las configuraciones y transmisiones de MIMO de Múltiples Usuarios para ser consideradas en el diseño de la señalización de control.

45 Se hace ahora referencia a las Figuras 5 y 6. Las Figuras 5 y 6 muestran dos ejemplos de transmisión de MIMO de Múltiples Usuarios tanto en transmisión de célula única como de múltiples células (CoMP – Coordinated Multi-Point, en inglés)

50 Específicamente, en la Figura 5, se proporciona un sistema de MIMO de múltiples usuarios, de única célula, en el que varias capas son transmitidas a diferentes UEs. En particular, en la Figura 5, el UE 510 recibe una capa 512 del eNB 520 a través de una estación de base 522.

55 El UE 530 recibe las capas 532 y 534 del eNB 520.

En referencia a la Figura 6, se muestra un planteamiento de múltiples células en el cual un UE 610 recibe una capa 612 tanto del eNB 620 como del eNB 630 a través de las estaciones de base 622 y 632 respectivamente.

60 El UE 640 recibe los haces 642 y 644 del eNB 620 y el eNB 630 del ejemplo de la Figura 6.

Como resultará evidente, las Figuras 5 y 6 muestran transmisiones de enlace descendente, que podrían significar que diferentes capas son transmitidas o podría significar haces reales. A partir de las figuras, se proporcionan tres haces, siendo dos proporcionados a un UE, mientras que el tercero es proporcionado al otro UE.

65 No obstante, la transmisión de capas mezcladas no está soportada por la señalización de control de Versión 8 actual. Esto es porque la señal de control de Versión 8 actual sólo contiene información del rango de transmisión

(TR – Transmit Rank, en inglés), que es suficiente para soportar MIMO de Único Usuario o MIMO de Múltiples usuarios, mientras que la CRS se utiliza como la DM-RS. No obstante, para la Versión 9 y la LTE-A, como la DRS se utiliza para MU-MIMO como DM-RS, y las DRSs en diferentes capas son ortogonales entre sí, la información de rango no es suficiente para que el UE efectúe la desmodulación.

Específicamente, se hace referencia a la Figura 7. Como se muestra en la Figura 7, un patrón de DRS 710 tiene dos conjuntos de DRS para cada capa, concretamente la DRS para la capa 1 720 y la DRS para la capa 2 722. La DRS para la capa 1 720 y la DRS para la capa 2 722 son ortogonales entre sí. Si el eNB configura la transmisión de MU-MIMO en 2 UEs, cada uno con diferente capa, entonces simplemente la señalización al UE de la transmisión de rango 1 no es suficiente, puesto que el UE debe conocer también en qué capa va a recibir la transmisión y utilizar la DRS apropiada para desmodulación.

Además, en los estándares de la Versión 8, SU-MIMO y MU-MIMO son dos modos de transmisión separados. No obstante, en LTE-A puede resultar deseable tener dos modos fusionados en un modo de MIMO para soportar conmutación dinámica entre SU-MIMO y MU-MIMO son que el UE lo perciba.

A continuación se proporcionan varias opciones de señalización de control.

1. Planteamiento del mapa de bits

En una primera realización, una manera de señalar las capas transmitidas en las señales de control de enlace descendente es utilizar un mapa de bits. Así, por ejemplo, para la transmisión de 2 capas, un mapa de bits de 2 bits podría estar incluido en la Información de Control del Enlace Descendente (DCI – Downlink Control Information, en inglés). Un primer bit “1” significa que la correspondiente capa está planificada para transmisión, mientras que un valor de bit de “0” significa que la capa no está planificada para transmisión.

Así, las siguientes combinaciones de bits para un mapa de bits de 2 bits podrían tener los siguientes significados asumiendo que el índice de capa empieza en 0.

- [1 0] – Esto significa que la capa 0 está planificada para transmisión
- [0 1] – Esto significa que la capa 1 está planificada para transmisión
- [1 1] – Esto significa que las dos capas están planificadas para transmisión

Puesto que tanto en las especificaciones de la Versión 9 de la Evolución a Largo Plazo (LTE), como también en la LTE-Avanzada (LTE-A), cada capa tiene su correspondiente señal de referencia dedicada (DRS) para desmodular la capa correspondiente. Para MIMO de Único Usuario, todas las anteriores combinaciones de 3 bits podrían ser utilizadas para indicar transmisión de única capa o transmisión de rango completo.

Para transmisión de MIMO de Múltiples Usuarios en la que dos usuarios podrían estar planificados al mismo tiempo, si cada UE está planificado para recibir en una capa diferente, entonces el mapa de bits [1 0] podría ser señalado al primer UE y el mapa de bits [0 1] podría ser señalado al segundo UE.

Como resultará evidente para los expertos en la materia, el mapa de bits anterior no sólo contiene información de capa, contiene también información de Rango Transmitido (TR). Específicamente, el mapa de bits [1 0] simplemente significa que una transmisión de rango 1 está planificada, mientras que un mapa de bits de [1 1] significa que una transmisión de rango completo está planificada.

Teniendo esto en cuenta, la señalización de mapa de bits no sólo resuelve un problema de que la información de capa falta de la señal de control del enlace descendente en la Versión 8 de la LTE, sino que también utiliza SU-MIMO y MU-MIMO transparentes para el UE, puesto que el mismo formato de DCI podría ser utilizado para SU-MIMO y MU-MIMO y un UE no tiene que percibir si está en modo de SU-MIMO o en modo de MU-MIMO.

En referencia a la Tabla 1 siguiente, la Tabla 1 proporciona un método de mapa de bits para una transmisión de 2 capas y resume lo anterior.

Índice de capa (2 bits)	Interpretación	Rango transmitido (TR)
[1 0]	La capa (haz) 0 es transmitida	1
[0 1]	La capa (haz) 1 es transmitida	1
[1 1]	Las dos capas (haz) son transmitidas	2

TABLA 1 – Método del mapa de bits para la transmisión de 2 capas

Como se ve en la Tabla 1 anterior, el mapa de bits se corresponde con la capa que es transmitida y también proporciona el rango transmitido.

Para esquemas de Formación de haz (BF – BeamForming, en inglés) de capa dual para la Versión 9, tal señalización podría ser utilizada también para proporcionar suficiente flexibilidad para soportar SU-MIMO y MU-MIMO.

5 El mapa de bits de 2 bits anterior es escalable y podría ser extendido para transmisión de 4 capas o transmisión de 8 capas.

Para la LTE-A para transmisión de 4 capas (también llamada en esta memoria transmisión de rango 4), podría utilizarse un mapa de bits de 4 bits y a continuación se muestran algunos ejemplos de tal mapa de bits.

10 Específicamente:

[1 1 0 0] – Podría significar que las capas 0 y 1 están planificadas para transmisión, con un rango transmitido de 2.

15 [0 1 0 0] – Significa que la capa 1 está planificada para transmisión y un rango transmitido de 1

[1 1 1 1] – Significa que las 4 capas están planificadas para transmisión y un rango de transmisión de 4 está asignado.

20 Utilizando el mismo convenio, para la transmisión de 8 capas en LTE-A, podría utilizarse un mapa de bits de 8 bits.

25 El método del mapa de bits, en resumen, se utiliza con el número de bits equivalente al número máximo de capas que posiblemente podrían ser transmitidas. El número total de capas que posiblemente se están transmitiendo sería el mismo que el número total de antenas de transmisión virtuales en la transmisión de única célula, o el número total de antenas de transmisión combinadas de diferentes puntos de transmisión en la transmisión de Múltiples Puntos Coordinados (CoMP). Cualquier bit del mapa de bits podría utilizar valores de 1 ó 0, significando un valor “1” que la correspondiente capa será transmitida al UE y significando el valor “0” que la correspondiente capa no será transmitida al UE. Tal mapa de bits es transmitido y puede ser asociado con la DCI y podría variar de subtrama a subtrama, reflejando el hecho de que diferentes números de capas podrían ser transmitidas de subtrama a subtrama.

30 En una realización alternativa, similar al planteamiento de mapa de bits anterior, es utilizar la información de asignación del índice de capa. Específicamente, en el caso de 4 capas hay un total de 15 combinaciones diferentes. Clasificando estas 15 combinaciones en orden, el eNB puede señalar un valor de índice al UE de 4 bits. En el caso de 8 capas, hay un total de $2 \times 8 - 1 = 255$ combinaciones diferentes. Clasificándolas en orden, el eNB señala un valor de índice de 8 bits al UE.

35 La realización alternativa se describe a continuación a la vista de la Tabla 2 que muestra un ejemplo de un valor de índice que es pasado del eNB al UE. El índice se corresponde con el mapa de bits mostrado en la Tabla 2 que sigue, por ejemplo.

40

Valor del Índice	Mapa de bits de Capas
0	[0 0 0 1]
1	[0 0 1 0]
2	[0 1 0 0]
3	[1 0 0 0]
4	[0 0 1 1]
5	[0 1 0 1]
6	[1 0 0 1]
7	[0 1 1 0]
8	[1 0 1 0]
9	[1 1 0 0]
10	[0 1 1 1]
11	[1 0 1 1]
12	[1 1 0 1]
13	[1 1 1 0]
14	[1 1 1 1]

TABLA 2 – Índices para transmisión de 4 capas

45 En otra realización posible, un campo puede estar compuesto de dos partes. La primera parte es un indicador de subconjunto, mientras que el segundo campo es el índice del elemento en el subconjunto. Por ejemplo, si dividimos todas las combinaciones en 2 conjuntos, uno para SU-MIMO y el otro para MU-MIMO, entonces el indicador del primer subconjunto es 1 bit. Es decir, si el indicador del primer subconjunto es un “0”, es para subconjuntos de SU-MIMO. Si no, es para subconjuntos de MU-MIMO. Tal indicador de subconjunto podría ser implícitamente señalado mediante otros parámetros que indican la transmisión de SU-MIMO y de MU-MIMO. Asumiendo que hay un total de

4 capas, el segundo campo para el subconjunto de SU-MIMO es un índice de elemento de 2 bits. El segundo campo para el subconjunto de MU-MIMO podría ser un índice de elemento de 3 bits. Así, podría añadirse un bit de relleno extra al índice de elemento de SU-MIMO para alinear su formato de DCI con el de la MU-MIMO si se desea un formato de DCI unificado.

5

En particular, el uso de un bit de indicador con un subconjunto se ilustra a continuación.

Indicador de Subconjunto	Valor del Índice	Mapa de bits de Capa	Definición
[0]	0	[1 0 0 0]	SU-MIMO – Capa 0
[0]	1	[1 1 0 0]	SU-MIMO – Capas 0 y 1
[0]	2	[1 1 1 0]	SU-MIMO – Capas 0, 1 y 2
[0]	3	[1 1 1 1]	SU-MIMO – Capas 0, 1, 2 y 3
[1]	0	[1 0 0 0]	MU-MIMO – Capa 0
[1]	1	[0 1 0 0]	MU-MIMO – Capa 1
[1]	2	[0 0 1 0]	MU-MIMO – Capa 2
[1]	3	[0 0 0 1]	MU-MIMO – Capa 3
[1]	4	[1 1 0 0]	MU-MIMO – Capas 0 y 1
[1]	5	[0 0 1 1]	MU-MIMO – Capas 2 y 3
[1]	6	[1 1 1 0]	MU-MIMO – Capas 0, 1 y 2
[1]	7	[1 1 1 1]	MU-MIMO – Capas 0, 1, 2 y 3

TABLA 3 – Indicador de subconjunto para transmisión de 4 capas

10

2. Planteamiento de asignación de agrupamiento

En planteamiento del mapa de bits anterior cubre todas las combinaciones, de selección arbitraria, que pueden en algunos casos no ser necesarias. Una alternativa simplificada al planteamiento del mapa de bits es asignar las capas a cada UE juntas. Por ejemplo, si a 3 UEs se les van a asignar las capas n1, n2, n3, entonces las primeras n1 capas podrían ser asignadas al primer UE, las siguientes n2 capas podrían ser asignadas al segundo UE y las siguientes n3 capas podrían ser asignadas al tercer UE.

15

En particular, se hace ahora referencia a la Figura 8. En la Figura 8 se muestra un índice de capa para 8 capas. El índice de capa 800 incluye una primera capa 810, segunda capa 812, una tercera capa 814, una cuarta capa 816, una quinta capa 818, una sexta capa 820, una séptima capa 822 y una octava capa 824.

20

En el ejemplo de la Figura 8, tres UEs están transmitiendo en MU-MIMO. El primer UE puede tener asignadas las capas 810 y 812, el segundo UE puede tener asignadas las capas 814, 816 y 818, y el tercer UE puede tener asignadas las capas 820, 822 y 824. La asignación de capas que son adyacentes entre sí a un UE se corresponde con el planteamiento de asignación de agrupamiento.

25

Para señalar cada asignación, podrían definirse un par de números, denotados por (n, m), donde n es el índice de la capa de inicio para cada UE y m es el número de capas asignadas a cada UE. Así, en el ejemplo de la Figura 8, tal par de números para cada UE podría ser inferido como sigue, asumiendo que el índice de capa para la capa 810 empieza en 0:

30

UE #1, (0, 2)

UE #2, (2, 3)

35

UE #2, (5, 3)

Además, la asignación podría ser utilizada de una manera envolvente más generalizada. Se hace ahora referencia a la Figura 9. En la Figura 9, se asignan dos UEs, teniendo uno 3 capas y teniendo el segundo 5 capas. El índice de inicio y el número de capas para cada UE podría definirse como:

40

UE #1, (2, 3)

UE #2, (5, 5)

45

En referencia a la Figura 9, la capa 910 tiene un índice de capa 900 de 0 y las capas subsiguientes, es decir, la capa 912, la capa 914, la capa 916, la capa 918, la capa 920, la capa 922 y la capa 924 podrían asignarse. En particular, de acuerdo con lo anterior, las capas 918, 920, 924 están asignadas al UE #2. Además, el UE #2 tiene las capas 910 y 912 asignadas a él puesto que hay 5 capas asignadas y el proceso envuelve 2 capas 910 y 912.

50

La Tabla 4 que sigue resume los bits de señalización para tal planteamiento para transmisiones de 4 capas y de 8 capas. Como puede verse en la tabla, para transmisión de 4 capas no hay ninguna reducción de la sobrecarga para un planteamiento en comparación con un planteamiento de mapa de bits. No obstante, para un planteamiento de 8 capas, tal planteamiento requiere 6 bits de señalización, lo que supone un ahorro de 2 bits con respecto al planteamiento del mapa de bits.

Número total de capas de transmisión	Bit para el índice de la capa de inicio "n"	Bit para el número de capas para cada UE "m"	Número total de bits de señalización
4	2	2	4
8	3	3	6

TABLA 4: Número de bits de señalización para el planteamiento de asignación de agrupamiento

3. Planteamiento de la capa seleccionada

Aunque el planteamiento del mapa de bits descrito anteriormente es simple y sencillo, puede cubrir combinaciones de selección de capa arbitrarias. Para casos en los que el número total de capas de transmisión es bajo, tal como 3 ó 4 capas, utilizar mapas de bits de 2 bits ó 4 bits no introducirá mucha sobrecarga y por lo tanto podría ser aceptable. No obstante, para el caso en el que el número total de capas de transmisión sea elevado, por ejemplo 8 capas, utilizar un mapa de bits de 8 bits podría llevar a algunos problemas relativos a la sobrecarga del canal de control. Con el fin de tratar el problema de la sobrecarga, se ha propuesto anteriormente un planteamiento alternativo de asignación de agrupamiento que puede conducir a una reducción en la sobrecarga para la transmisión de 8 capas.

Otro planteamiento es un planteamiento de capa seleccionada. El planteamiento de capa seleccionada elige selectivamente algunas combinaciones de capas para la transmisión. La selección de tal combinación de capas debe ser realizada cuidadosamente sin olvidarse de ninguna combinación de capa típica. Por otro lado, no todas las capas de combinación de capas arbitraria tienen sentido y por lo tanto el dejar fuera algunas combinaciones de capa no impactaría en el rendimiento.

La selección de capas puede ser realizada sobre la base de varios criterios. Pueden utilizarse tres criterios, por ejemplo, que pueden incluir:

- 1) Deben incluirse todas las hipótesis de capa de transmisión para SU-MIMO;
- 2) además de las hipótesis de capa seleccionada para SU-MIMO, podrían añadirse también hipótesis extra de capa para MU-MIMO; y
- 3) cuando el eNB asigna transmisión de MU-MIMO, asignará primero un UE con el mayor número de capas, seguido por el UE con el segundo mayor número de capas, etc., por ejemplo.

Así, cuando el eNB asigna dos UEs en MU-MIMO, el UE #1 que tiene 2 capas y el UE #2 que tiene 3 capas, el eNB debe asignar las capas 0 a 2 al UE #2 primero, seguido de asignar las capas 3 y 4 al UE #1.

La asignación de la mayoría de las capas primero evita innecesarias combinaciones y lleva a una reducción en las combinaciones que necesitan ser señalizadas, ahorrando así sobrecarga de señalización.

Un ejemplo de selección de capa para una transmisión de 4 capas se ilustra en lo que sigue con respecto a la Tabla 5.

Índice	Indicaciones de mapa de bits de capas	Rango de Transmisión por UE	Modos
0	[1 0 0 0]	1	SU-MIMO / MU-MIMO
1	[0 1 0 0]	1	MU-MIMO
2	[0 0 1 0]	1	MU-MIMO
3	[0 0 0 1]	1	MU-MIMO
4	[1 1 0 0]	2	SU-MIMO / MU-MIMO
5	[0 0 1 1]	2	MU-MIMO
6	[1 1 1 0]	3	SU-MIMO / MU-MIMO
7	[1 1 1 1]	4	SU-MIMO

TABLA 5 – Selección de capa para transmisión de 4 capas totales

Además, para la transmisión de 8 capas, la Tabla 6 comprende varias combinaciones.

Índice	Indicaciones de mapa de bits de capas	Rango de Transmisión por UE	Modos
0	[1 0 0 0 0 0 0 0]	1	SU-MIMO / MU-MIMO
1	[0 1 0 0 0 0 0 0]	1	MU-MIMO
2	[0 0 1 0 0 0 0 0]	1	MU-MIMO
3	[0 0 0 1 0 0 0 0]	1	MU-MIMO
4	[0 0 0 0 1 0 0 0]	1	MU-MIMO
5	[0 0 0 0 0 1 0 0]	1	MU-MIMO
6	[0 0 0 0 0 0 1 0]	1	MU-MIMO
7	[0 0 0 0 0 0 0 1]	1	MU-MIMO
8	[1 1 0 0 0 0 0 0]	2	SU-MIMO / MU-MIMO
9	[0 0 1 1 0 0 0 0]	2	MU-MIMO
10	[0 0 0 1 1 0 0 0]	2	MU-MIMO
11	[0 0 0 0 1 1 0 0]	2	MU-MIMO
12	[0 0 0 0 0 1 1 0]	2	MU-MIMO
13	[0 0 0 0 0 0 1 1]	2	MU-MIMO
14	[1 1 1 0 0 0 0 0]	3	SU-MIMO / MU-MIMO
15	[0 0 0 1 1 1 0 0]	3	MU-MIMO
16	[0 0 0 0 1 1 1 0]	3	MU-MIMO
17	[0 0 0 0 0 1 1 1]	3	MU-MIMO
18	[1 1 1 1 0 0 0 0]	4	SU-MIMO / MU-MIMO
19	[0 0 0 0 1 1 1 1]	4	MU-MIMO
20	[1 1 1 1 1 0 0 0]	5	SU-MIMO / MU-MIMO
21	[1 1 1 1 1 1 0 0]	6	SU-MIMO / MU-MIMO
22	[1 1 1 1 1 1 1 0]	7	SU-MIMO / MU-MIMO
23	[1 1 1 1 1 1 1 1]	8	SU-MIMO
24 - 31	Reservado		

TABLA 6 – Selección de capa para transmisión total de 8 capas

5 Las tablas anteriores muestran que todas las posibles combinaciones de asignaciones de capas a múltiples UEs pueden ser generadas utilizando asignaciones de capas mostradas en las tablas. Por ejemplo, con un total de 8 capas en la Tabla 6, serían posibles las siguientes asignaciones de capas:

- 0 – 8 UEs con una capa espacial cada uno;
- 0 – 4 UEs con dos capas espaciales cada uno;
- 10 0 – 2 UEs con tres capas espaciales cada uno;
- 0 – 2 UEs con cuatro capas espaciales cada uno;
- 0 – 1 UEs con cinco capas espaciales cada uno;
- 0 – 1 UEs con seis capas espaciales cada uno;
- 15 0 – 1 UEs con siete capas espaciales cada uno; y
- 0 – 1 UEs con ocho capas espaciales cada uno.

20 Cualquier combinación de las asignaciones de capas espaciales anteriores puede conseguirse utilizando un subconjunto de asignaciones de capas dado en la Tabla 6 anterior, siempre que el número total de capas espaciales asignadas añada hasta ocho o menos.

25 En una realización, las Tablas 5 ó 6 anteriores podrían ser modificadas invirtiendo el mapa de bits. Por ejemplo, el mapa de bits [1 1 1 1 1 0 0] podría ser invertido para convertirse en [0 0 1 1 1 1 1], lo que significa que el UE con la mayoría de las capas podría ser asignado primero empezando en el otro extremo del espectro de capas.

30 En referencia a las Tablas 5 y 6 anteriores, el mapa de bits de la segunda columna en las tablas indica qué capas están planificadas y cuáles no lo están. De manera similar a las tablas anteriores con respecto a los mapas de bits, bit “1” significa que la capa correspondiente está planificada para transmisión, mientras que bit “cero” significa que la capa correspondiente no está planificada para transmisión. Como resultará evidente, todas las selecciones de capa posibles para SU-MIMO están incluidas y también además de las seleccionadas para SU-MIMO, algunas combinaciones de capas son seleccionadas principalmente con la transmisión de MU-MIMO en mente. Esto permite la selección de una buena mezcla para SU-MIMO y MU-MIMO aun manteniendo el número de hipótesis de selección bajo, pero sin perder flexibilidad de planificación.

35 Como resultará evidente para las personas del sector, las Tablas 5 y 6 anteriores también proporcionan información de rango con el propósito de información. No obstante, puede no ser necesario transmitir tal información al UE puesto que el UE podría inferir tal información de la indicación del mapa de bits para las capas (es decir, el número total de bits del mapa de bits correspondiente al índice).

La columna de más a la izquierda proporciona un índice en el conjunto de la tabla que transmitió junto con la DCI asociada. Como se ve, de la Tabla 5 anterior, son necesarios 3 bits para señalar las transmisiones de rango 4 y son necesarios 5 bits de señalización para transmisiones de rango 8. Esto lleva a un ahorro de 1 bit sobre el método del mapa de bits anterior para una transmisión de rango 4 y a un ahorro de 3 bits para una transmisión de rango 8 en comparación con el método del mapa de bits anterior.

La combinación de capas seleccionada podría ser semi-estáticamente configurada mediante señalización de RRC, lo que indica que podría cambiar de vez en cuando, o puede estar fijada por las especificaciones para la Versión 9 de la LTE ó LTE-A.

Por ejemplo, en un caso de 8 capas, la selección de combinaciones de capas para MU-MIMO puede ser diferente para diferentes UEs. Incluso para el mismo UE, se permite cambiar la combinación de capas seleccionada durante un estado conectado de RRC.

4. Planteamiento de selección de capas con habilitación de bloque de transporte

La señalización de lo anterior puede ser además reducida utilizando información relativa al número de bloques de transporte (TB – Transport Blocks, en inglés). En particular, los formatos de DCI de Versión 8 2 y 2A podrían ser modificados como un formato de DCI para que contengan señalización para indicar capas asignadas a un UE. Los formatos 2 y 2A de DCI contienen información para dos bloques de transporte e información de deshabilitación de bloque de transporte está incluida en la DCI. Como resultará evidente para las personas del sector, si un bloque de transporte está habilitado mientras que el segundo está deshabilitado, esto implica que está permitido un rango máximo de 4, mientras que si dos bloques de transporte están habilitados entonces existe una transmisión de rango > 1 (es decir, dos bloques de transporte están habilitados, entonces ningún rango igual a uno está permitido).

Con el propósito de señalización podrían generarse 2 tablas.

En referencia a la Tabla 7, cuando un bloque de transporte está habilitado, esta tabla puede ser utilizada y contiene combinaciones de transmisión para transmisiones de rango hasta cuatro.

Índice	Indicaciones de mapa de bits de capas	Rango de Transmisión por UE	Modos
0	[1 0 0 0 0 0 0 0]	1	SU-MIMO / MU-MIMO
1	[0 1 0 0 0 0 0 0]	1	MU-MIMO
2	[0 0 1 0 0 0 0 0]	1	MU-MIMO
3	[0 0 0 1 0 0 0 0]	1	MU-MIMO
4	[0 0 0 0 1 0 0 0]	1	MU-MIMO
5	[0 0 0 0 0 1 0 0]	1	MU-MIMO
6	[0 0 0 0 0 0 1 0]	1	MU-MIMO
7	[0 0 0 0 0 0 0 1]	1	MU-MIMO
8	[1 1 0 0 0 0 0 0]	2	SU-MIMO / MU-MIMO
9	[0 1 1 0 0 0 0 0]	2	MU-MIMO
10	[0 0 1 1 0 0 0 0]	2	MU-MIMO
11	[0 0 0 1 1 0 0 0]	2	MU-MIMO
12	[0 0 0 0 1 1 0 0]	2	MU-MIMO
13	[0 0 0 0 0 1 1 0]	2	MU-MIMO
14	[0 0 0 0 0 1 1 1]	3	MU-MIMO
15	[1 0 0 0 0 0 0 1]	3	MU-MIMO
16	[1 1 1 0 0 0 0 0]	3	SU-MIMO / MU-MIMO
17	[0 1 1 1 0 0 0 0]	3	MU-MIMO
18	[0 0 1 1 1 0 0 0]	3	MU-MIMO
19	[0 0 0 1 1 1 0 0]	3	MU-MIMO
20	[0 0 0 0 1 1 1 0]	3	MU-MIMO
21	[0 0 0 0 0 1 1 1]	3	MU-MIMO
22	[1 0 0 0 0 0 1 1]	3	MU-MIMO
23	[1 1 0 0 0 0 0 1]	3	MU-MIMO
24	[1 1 1 1 0 0 0 0]	4	SU-MIMO / MU-MIMO
25	[0 1 1 1 1 0 0 0]	4	MU-MIMO
26	[0 0 1 1 1 1 0 0]	4	MU-MIMO
27	[0 0 0 1 1 1 1 0]	4	MU-MIMO
28	[0 0 0 0 1 1 1 1]	4	MU-MIMO
29	[1 0 0 0 0 1 1 1]	4	MU-MIMO
30	[1 1 0 0 0 0 1 1]	4	MU-MIMO
31	[1 1 1 0 0 0 0 1]	4	MU-MIMO

TABLA 7 – Combinación de capas de transmisión cuando un TB está habilitado

Como se ve de lo anterior, lo anterior está limitado a un rango de 4 pero proporciona combinaciones adicionales a las proporcionadas anteriormente con respecto a la Tabla 6.

Si los dos bloques de transporte están habilitados, se utiliza la Tabla 8, que contiene combinaciones de capa de transporte para transmisión de rango > 1. Como resultará evidente, si los dos bloques de transporte están habilitados el rango será mayor que uno y por lo tanto el rango de “uno” puede ser excluido de esta tabla.

Índice	Indicaciones de mapa de bits de capas	Rango de Transmisión por UE	Modos
0	[1 1 0 0 0 0 0 0]	2	SU-MIMO / MU-MIMO
1	[0 1 1 0 0 0 0 0]	2	MU-MIMO
2	[0 0 1 1 0 0 0 0]	2	MU-MIMO
3	[0 0 0 1 1 0 0 0]	2	MU-MIMO
4	[0 0 0 0 1 1 0 0]	2	MU-MIMO
5	[0 0 0 0 0 1 1 0]	2	MU-MIMO
6	[0 0 0 0 0 0 1 1]	2	MU-MIMO
7	[1 0 0 0 0 0 0 1]	2	MU-MIMO
8	[1 1 1 0 0 0 0 0]	3	SU-MIMO / MU-MIMO
9	[0 1 1 1 0 0 0 0]	3	MU-MIMO
10	[0 0 1 1 1 0 0 0]	3	MU-MIMO
11	[0 0 0 1 1 1 0 0]	3	MU-MIMO
12	[0 0 0 0 1 1 1 0]	3	MU-MIMO
13	[0 0 0 0 0 1 1 1]	3	MU-MIMO
14	[1 0 0 0 0 0 1 1]	3	MU-MIMO
15	[1 1 0 0 0 0 0 1]	3	MU-MIMO
16	[1 1 1 1 0 0 0 0]	4	SU-MIMO / MU-MIMO
17	[0 1 1 1 1 0 0 0]	4	MU-MIMO
18	[0 0 1 1 1 1 0 0]	4	MU-MIMO
19	[0 0 0 1 1 1 1 0]	4	MU-MIMO
20	[0 0 0 0 1 1 1 1]	4	MU-MIMO
21	[1 0 0 0 0 1 1 1]	4	MU-MIMO
22	[1 1 0 0 0 0 1 1]	4	MU-MIMO
23	[1 1 1 0 0 0 0 1]	4	MU-MIMO
24	[1 1 1 1 1 0 0 0]	5	SU-MIMO / MU-MIMO
25	[0 1 1 1 1 1 0 0]	5	MU-MIMO
26	[0 0 1 1 1 1 1 0]	5	MU-MIMO
27	[0 0 0 1 1 1 1 1]	5	MU-MIMO
28	[1 1 1 1 1 1 1 0]	6	SU-MIMO / MU-MIMO
29	[1 1 1 1 1 1 1 1]	7	SU-MIMO / MU-MIMO
30	[1 1 1 1 1 1 1 1]	8	SU-MIMO / MU-MIMO
31	<i>Reservado</i>		

TABLA 8 – Combinación de capas de transmisión cuando ambos TB están habilitados

Dado que tanto la Tabla 7 como la Tabla 8 contienen 32 combinaciones de capas de transmisión, una señalización de 5 bits es suficiente. Ésta es la misma señalización requerida para el método correspondiente con la Tabla 6 anterior. No obstante, cuando se comparan la Tabla 7 y la Tabla 8 con la Tabla 6, hay información adicional para las combinaciones de capas de transmisión que no existe en la Tabla 6. Esto es porque la Tabla 6 sigue unos criterios que siempre asignan al UE en orden de capas descendente. Aunque tal asignación puede ser adecuada en muchas situaciones, en algunos escenarios tales como Planificación Semi-Persistente (SPS – Semi-Persistent Scheduling, la reordenación de capas de subtrama a subtrama para un UE particular puede no ser posible. Las combinaciones de capas extra proporcionadas en la Tabla 7 y la Tabla 8 pueden ser beneficiosas en este caso.

El esquema descrito con referencia a la Tabla 7 y la Tabla 8 puede ser generalizado de tal manera que se utiliza un primer mapeo de un campo de canal de control a una indicación de capa si hay un primer número de bloques de transporte y se utiliza un segundo mapeo de un campo de canal de control a una indicación de capa si hay un segundo número de bloques de transporte. En algunas realizaciones, el campo del canal de control se representa mediante el mismo número de bits para estos dos casos.

5. Señalización adicional si los puertos de DRS son dependientes del rango total

Las realizaciones anteriores utilizan un mapeo de uno a uno entre capas y patrones / códigos de DRS o puertos de DRS, donde un puerto de DRS es un patrón / código de DRS asociado con una capa de transmisión y un patrón / código de DRS indica el tiempo, frecuencia, o patrón de código de difusión / aleatorización utilizado para transmitir la DRS. No obstante, en algunas realizaciones podrían existir escenarios en los que el mapeo de uno a uno de capa a DRS puede no existir. Por ejemplo, la DRS en la capa #1 para el rango de transmisión total de 4 puede no ser la misma que la DRS en la capa #1 para el rango total de transmisión de 8. Esto puede estar provocado por diseños que permiten que la densidad / los patrones de DRS en la misma capa sean diferentes para diferentes rangos de transmisión.

En particular, se hace referencia a la Figura 7 en la cual se realizan varias asignaciones de DRS para las 2 capas mostradas en la Figura 7. No obstante, la DRS para la capa 1 720 toma 6 elementos de recurso (REs – Resource Elements, en inglés) para cada capa. Puesto que los patrones son ortogonales, la DRS para la capa 2, ilustrada mediante el número de referencia 722, debe estar en diferentes posiciones. Se muestran 6 REs para la DRS para la capa 2.

Como resultará evidente, si se utilizan 6 REs por capa para 8 capas, es necesario utilizar 48 REs en total por RS, dejando poco sitio para datos.

Así, en una realización, pueden utilizarse un máximo de 24 REs por DRS para el rango total de todas las capas. Así, la DRS puede utilizar sólo 3 REs por capa para una realización de 8 capas. A la inversa, si se proporcionan 4 capas, se proporcionan 6 REs por capa.

El límite máximo del número total de DRS podría conducir a densidad / patrones de DRS en la misma capa que varía sobre la base de los rangos de transmisión. Cuando el número total de capas de transmisión es bajo, tal como 2 ó 4 capas, los patrones o el código de DRS podrían ser diseñados de manera que no cambiarían con los rangos de la transmisión. Esto crearía un mapeo de uno a uno entre la DRS y la capa, donde podrían utilizarse las soluciones de las Tablas 3 a 8.

Para los escenarios en los que los patrones / códigos de DRS cambian con el rango total de la transmisión, una solución es señalar el rango total de la transmisión además a las capas. Esto llevaría a que el UE encuentre la DRS correspondiente para desmodulación. Tal rango total de transmisión requeriría 3 bits para señalar para 8 capas de transmisión totales. Realizaciones alternativas podrían ser señalar los patrones de DRS totales para la transmisión, puesto que los patrones de DRS totales podrían ser diferentes del rango total de la transmisión. Por ejemplo, si se utiliza Multiplexación por División de Código (CDM – Code Division Multiplexing, en inglés) para la multiplexación de la DRS, el patrón de DRS total podría variar con cada segundo número de rangos. Por lo tanto, el rango 3 y el rango 4 podrían compartir los mismos patrones de DRS mientras que el rango 7 y el rango 8 podrían compartir también con el mismo patrón de DRS. Esto hace que los patrones de DRS totales sean 4, lo que sólo requiere 2 bits para señalar.

5.1 Señalización cuando se considera habilitación de bloque de transporte

Cuando un bloque de transporte está habilitado mientras que el otro está deshabilitado, se necesitan 5 bits para señalar combinaciones de capas. Además, se necesitan 2 bits para señalar el rango total de 4, requiriendo 7 bits en total para señalar tanto combinaciones de capas como rango total de transmisión. Cuando dos TB están ambos habilitados, se requieren 3 bits para señalar el rango total de 8. Para alinear el número total de bits de señalización con el escenario en el que un TB está habilitado, las combinaciones de capas para rango > 1 contenidas en la Tabla 6 anterior podrían ser utilizadas, las cuales, como se muestra en la Tabla 9 que sigue, requieren 4 bits para señalar.

Índice	Indicaciones de mapa de bits de capas	Rango de Transmisión por UE	Modos
0	[1 1 0 0 0 0 0 0]	2	SU-MIMO / MU-MIMO
1	[0 0 1 1 0 0 0 0]	2	MU-MIMO
2	[0 0 0 1 1 0 0 0]	2	MU-MIMO
3	[0 0 0 0 1 1 0 0]	2	MU-MIMO
4	[0 0 0 0 0 1 1 0]	2	MU-MIMO
5	[0 0 0 0 0 0 1 1]	2	MU-MIMO
6	[1 1 1 0 0 0 0 0]	3	SU-MIMO / MU-MIMO
7	[0 0 0 1 1 1 0 0]	3	MU-MIMO
8	[0 0 0 0 1 1 1 0]	3	MU-MIMO
9	[0 0 0 0 0 1 1 1]	3	MU-MIMO
10	[1 1 1 1 0 0 0 0]	4	SU-MIMO / MU-MIMO
11	[0 0 0 0 1 1 1 1]	4	MU-MIMO
12	[1 1 1 1 1 0 0 0]	5	SU-MIMO / MU-MIMO
13	[1 1 1 1 1 1 0 0]	6	SU-MIMO / MU-MIMO

14	[1 1 1 1 1 1 1 0]	7	SU-MIMO / MU-MIMO
15	[1 1 1 1 1 1 1 1]	8	SU-MIMO

TABLA 9 – Combinación de capas de transmisión de rango > 1

5 Como se ve en la Tabla 9 que sigue, el índice para las combinaciones de capas de transmisión de rango > 1 donde ambos bloques de transporte están habilitados requiere un total de 16 índices y así pueden conseguirse utilizando 4 bits.

10 Como se resume en la Tabla 10 que sigue, el total requerido es 7 bits cuando se considera habilitación de bloque de transporte. En particular, si sólo un bloque de transporte está habilitado, se requieren 5 bits para señalización de capa de transmisión mientras que se requieren 2 bits para el rango de transmisión. A la inversa, si ambos bloques de transporte están habilitados sólo se requieren 4 bits para la transmisión de la información de capa mientras que se requieren 3 bits para el rango de transmisión total. En ambos casos, se requieren 7 bits en total.

Información de habilitación de TB	Bit para la capa de transmisión	Bit para el rango total de transmisión	Número total de bits de señalización
Un TB está habilitado y el otro está deshabilitado	5	2	7
Ambos TB están habilitados	4	3	7

15 TABLA 10 – Bit de Señalización cuando se considera información de habilitación de TB

5.2 Señalización con codificación conjunta de capa y rango

20 Una alternativa para la señalización explícita del rango total de transmisión que podría requerir hasta 3 bits podría ser utilizar la codificación conjunta de la información tanto de rango como de capa. Por ejemplo, cuando se considera la Tabla 9 anterior, cuando ambos bloques de transporte están habilitados, se necesitan 4 bits para señalar la capa de transmisión, lo que conduce a una señalización de un total de 7 bits si se utiliza señalización adicional de 3 bits para el rango total de transmisión.

25 La Tabla 11 que sigue, muestra un ejemplo de una codificación conjunta de información de rango y de capa. Como resultará evidente utilizando la tabla, se necesitan 50 combinaciones, que requieren 6 bits para señalización. Esto conduce además a un ahorro de 1 bit con respecto a la codificación separada de la información de rango y de capa, y también deja 10 campos sin utilizar, que podrían ser reservados para otros propósitos.

Índice	Indicaciones de mapa de bits de capas	Rango de Transmisión por UE	Rango total de Transmisión	Modos
0	[1 1 0 0 0 0 0 0]	2	8	MU-MIMO
1	[0 0 1 1 0 0 0 0]	2	8	MU-MIMO
2	[0 0 0 1 1 0 0 0]	2	8	MU-MIMO
3	[0 0 0 0 1 1 0 0]	2	8	MU-MIMO
4	[0 0 0 0 0 1 1 0]	2	8	MU-MIMO
5	[0 0 0 0 0 0 1 1]	2	8	MU-MIMO
6	[1 1 1 0 0 0 0 0]	3	8	MU-MIMO
7	[0 0 0 1 1 1 0 0]	3	8	MU-MIMO
8	[0 0 0 0 1 1 1 0]	3	8	MU-MIMO
9	[0 0 0 0 0 1 1 1]	3	8	MU-MIMO
10	[1 1 1 1 0 0 0 0]	4	8	MU-MIMO
11	[0 0 0 0 1 1 1 1]	4	8	MU-MIMO
12	[1 1 1 1 1 0 0 0]	5	8	MU-MIMO
13	[1 1 1 1 1 1 0 0]	6	8	MU-MIMO
14	[1 1 1 1 1 1 1 0]	7	8	MU-MIMO
15	[1 1 1 1 1 1 1 1]	8	8	SU-MIMO
16	[1 1 0 0 0 0 0 x]	2	7	MU-MIMO
17	[0 0 1 1 0 0 0 x]	2	7	MU-MIMO
18	[0 0 0 1 1 0 0 x]	2	7	MU-MIMO
19	[0 0 0 0 1 1 0 x]	2	7	MU-MIMO
20	[0 0 0 0 0 1 1 x]	2	7	MU-MIMO
21	[1 1 1 0 0 0 0 x]	3	7	MU-MIMO
22	[0 0 0 1 1 1 0 x]	3	7	MU-MIMO
23	[0 0 0 0 1 1 1 x]	3	7	MU-MIMO
24	[1 1 1 1 0 0 0 x]	4	7	MU-MIMO
25	[1 1 1 1 1 0 0 x]	5	7	MU-MIMO

26	[1 1 1 1 1 1 0 x]	6	7	MU-MIMO
27	[1 1 1 1 1 1 1 x]	7	7	SU-MIMO
28	[1 1 0 0 0 0 x x]	2	6	MU-MIMO
29	[0 0 1 1 0 0 x x]	2	6	MU-MIMO
30	[0 0 0 1 1 0 x x]	2	6	MU-MIMO
31	[0 0 0 0 1 1 x x]	2	6	MU-MIMO
32	[1 1 1 0 0 0 x x]	3	6	MU-MIMO
33	[0 0 0 1 1 1 x x]	3	6	MU-MIMO
34	[1 1 1 1 0 0 x x]	4	6	MU-MIMO
35	[1 1 1 1 1 0 x x]	5	6	MU-MIMO
36	[1 1 1 1 1 1 x x]	6	6	SU-MIMO
37	[1 1 0 0 0 x x x]	2	5	MU-MIMO
38	[0 0 1 1 0 x x x]	2	5	MU-MIMO
39	[0 0 0 1 1 x x x]	2	5	MU-MIMO
40	[1 1 1 0 0 x x x]	3	5	MU-MIMO
41	[1 1 1 1 0 x x x]	4	5	MU-MIMO
42	[1 1 1 1 1 x x x]	5	5	SU-MIMO
43	[1 1 0 0 x x x x]	2	4	MU-MIMO
44	[0 0 1 1 x x x x]	2	4	MU-MIMO
45	[1 1 1 0 x x x x]	3	4	MU-MIMO
46	[1 1 1 1 x x x x]	4	4	SU-MIMO
47	[1 1 0 x x x x x]	2	3	MU-MIMO
48	[1 1 1 x x x x x]	3	3	SU-MIMO
49	[1 1 x x x x x x]	2	2	SU-MIMO
50 - 63	Reservado			

TABLA 11 – Capas combinadas y rango total de transmisión para la transmisión de 8 capas

En la Tabla 11 anterior, “x” indica capas no transmitidas

- 5 Otro ejemplo tal como se muestra en la Tabla 12 que sigue para la transmisión de un total de 2 capas, donde podrían utilizarse 2 bits para señalar tanto las capas como el rango total de la transmisión.

Índice	Indicación de mapa de bits de capas	Rango de transmisión por UE	Rango total de transmisión	Modos
0	[1 x]	1	1	SU-MIMO
1	[1 0]	1	2	MU-MIMO
2	[0 1]	1	2	MU-MIMO
3	[1 1]	2	2	SU-MIMO

TABLA 12 – Capas combinadas y rango total de transmisión para la transmisión de 2 capas

- 10 De nuevo “x” en la tabla indica capas no transmitidas.
- Si se considera la información de TB en formato 2 / 2A de DCI de Versión 8, entonces la SU-MIMO de rango 2 con el mapa de bits de las capas de [1 1] en la Tabla 12 no necesita ser señalado y este índice podría ser reservado para otro propósito. Para ser más específico, podrían utilizarse las siguientes etapas para determinar la señalización:

- Si ambos TB están habilitados, no es necesaria ninguna señal explícita puesto que esto implica que SU-MIMO de rango 2 será transmitida
- Si no, si sólo un TB está habilitado, utilizar la señalización de la Tabla 13

20 Dado que existe un mapeo de uno a uno entre capa y puertos de DRS, tal señalización podría ser también utilizada para señalar los puertos de DRS, y en la Tabla 13, *puerto⁰* y *puerto¹* son puertos de DRS correspondientes a las capas 0 y 1, respectivamente.

Índice	Indicación de mapa de bits de capas	Rango total de transmisión	Modo	Puerto de DRS
0	[1 x]	1	SU-MIMO	<i>puerto⁰</i>
1	[1 0]	2	MU-MIMO	<i>puerto⁰</i>
2	[0 1]	2	MU-MIMO	<i>puerto¹</i>
3	Reservado			

TABLA 13 – Capas combinadas y rango total de transmisión para la transmisión de 2 capas

De nuevo, la “x” en la tabla indica capas no transmitidas

Sobre la base de lo anterior, aplicando codificación conjunta como se muestra en los ejemplos, tanto las capas de transmisión como el rango total de transmisión podrían ser señalizados juntos. Debe observarse también que además de la capa de transmisión y del rango total de transmisión, la información de modo de SU-MIMO o MU-MIMO está también señalizada.

6. Señalización de puertos de DRS

La señalización explicada anteriormente podría ser considerada como una parte de la señalización de patrones / códigos de DRS o de puertos de DRS que son sólo divididos en algunas etapas intermedias de señalización para capas primero, continuando con un mapeo de capa a puerto de DRS como se muestra a continuación con respecto a la Figura 10. Alternativamente, tal señalización para puertos de DRS podría ser realizada directamente de una manera que la señalización podría ser directamente mapeada a un puerto de DRS.

Se hace referencia ahora a la Figura 10. En la Figura 10, una estación de base 1010 se comunica con un UE 1020.

La señalización entre la estación de base 1010 y el UE 1020 proporciona información de capa y otra al UE 1020.

Como se ve con referencia al número 1030, la señalización entre la estación de base 1010 y el UE 1020 es el equivalente a la señalización de puertos de DRS donde el UE puede inferir los puertos de DRS sobre la base del mapeo de una capa a DRS.

No obstante, si los puertos de DRS son independientes del rango total de transmisión pero sólo dependen de la capa de transmisión, esto puede ser denotado como $puerto^n$, donde n es el índice de capa. En este caso, habrá un total de N puertos de antena de DRS, $puerto^n$, $n = 0, \dots, N-1$, donde N es el rango máximo de capas de transmisión posible. Para tal caso, la capa de transmisión tiene un mapeo de uno a uno al puerto de DRS, y por lo tanto, todos los índices podrían ser considerados como los índices de puerto de DRS, y la señalización del índice de capa en las realizaciones anteriores puede ser considerada como la señalización de un índice de puerto de DRS.

Si los puertos de DRS son dependientes tanto de la capa de transmisión como del rango total de la transmisión, entonces esto puede ser denotado como $puerto^m_n$, donde n es el índice de capa y m es el rango total de la transmisión. Por ejemplo, $puerto^3_5$, se refiere a un puerto de DRS para la transmisión de 3 capas donde el rango total de la transmisión es 5.

Se hace ahora referencia a las Tablas 14 y 15 que siguen. Estas tablas están modificadas a partir de las Tablas 6 y 11 anteriores que incluyen puertos de DRS en la tabla de señalización.

Índice	Indicación de mapa de bits de capas	Rango total de transmisión	Modos	Puerto de DRS
0	[1 0 0 0 0 0 0 0]	1	SU-MIMO / MU-MIMO	$puerto^0_m$
1	[0 1 0 0 0 0 0 0]	1	MU-MIMO	$puerto^1_m$
2	[0 0 1 0 0 0 0 0]	1	MU-MIMO	$puerto^2_m$
3	[0 0 0 1 0 0 0 0]	1	MU-MIMO	⋮
4	[0 0 0 0 1 0 0 0]	1	MU-MIMO	
5	[0 0 0 0 0 1 0 0]	1	MU-MIMO	
6	[0 0 0 0 0 0 1 0]	1	MU-MIMO	
7	[0 0 0 0 0 0 0 1]	1	MU-MIMO	
8	[1 1 0 0 0 0 0 0]	2	SU-MIMO / MU-MIMO	$puerto^0_m, puerto^1_m$
9	[0 0 1 1 0 0 0 0]	2	MU-MIMO	$puerto^2_m, puerto^3_m$
				⋮

TABLA 14 – Tabla de señalización con puertos de DRS (la información de rango está codificada separadamente)

Índ.	Indicación de mapa de bits de capas	Rango de transmisión por UE	Rango total de transmisión	Modos	Puerto de DRS
0	[1 1 0 0 0 0 0 0]	2	8	MU-MIMO	$puerto^0_8, puerto^1_8$
1	[0 0 1 1 0 0 0 0]	2	8	MU-MIMO	$puerto^2_8, puerto^3_8$
2	[0 0 0 1 1 0 0 0]	2	8	MU-MIMO	⋮
3	[0 0 0 0 1 1 0 0]	2	8	MU-MIMO	
4	[0 0 0 0 0 1 1 0]	2	8	MU-MIMO	
5	[0 0 0 0 0 0 1 1]	2	8	MU-MIMO	

6	[1 1 1 0 0 0 0 0]	3	8	MU-MIMO	$puerto^0_8$ $puerto^1_8$ $puerto^2_8$
7	[0 0 0 1 1 1 0 0]	3	8	MU-MIMO	⋮
8	[0 0 0 0 1 1 1 0]	3	8	MU-MIMO	
9	[0 0 0 0 0 1 1 1]	3	8	MU-MIMO	
10	[1 1 1 1 0 0 0 0]	4	8	MU-MIMO	
11	[0 0 0 0 1 1 1 1]	4	8	MU-MIMO	
12	[1 1 1 1 1 0 0 0]	5	8	MU-MIMO	
13	[1 1 1 1 1 1 0 0]	6	8	MU-MIMO	
14	[1 1 1 1 1 1 1 0]	7	8	MU-MIMO	
15	[1 1 1 1 1 1 1 1]	8	8	SU-MIMO	
16	[1 1 0 0 0 0 0 0]	2	7	MU-MIMO	$puerto^0_7$ $puerto^1_7$
⋮					

TABLA 15 – Tabla de señalización con puertos de DRS (la información de rango está codificada conjuntamente)

- 5 En la Tabla 14, la columna de más a la derecha muestra los puertos de antena de DRS que podrían ser utilizados por el UE para desmodulación. Dado que la información de rango total está codificada separadamente, el UE necesita descodificar la información de rango m y utilizarla en conjunción con la indicación de los puertos de DRS en la tabla para encontrar el puerto de DRS adecuado para desmodulación.
- 10 En la Tabla 15, los rangos están codificados conjuntamente con la capa de transmisión, la columna de más a la derecha muestra los puertos de antena de DRS explícitos que podrían ser utilizados por el UE para desmodulación. En cualquier caso, la señalización descrita anteriormente podría ser considerada como señalización para índice de puertos de DRS.
- 15 En otro ejemplo cuando se considera la habilitación de TB y combinaciones de capas seleccionadas están soportadas para MU-MIMO, las capas y los puertos de DRS podrían ser señalizados al UE como se muestra en la Tabla 16. En el ejemplo de la Tabla 16 el número total máximo de capas soportadas en MU-MIMO es 4 y el número máximo de capas por UE es 2. En este caso, se necesitan 3 bits.
- 20 En el ejemplo de la Tabla 16, los puertos de DRS ilustrados para transmisión sólo de MU-MIMO significan solamente un ejemplo, y podría utilizarse otra combinación de puertos de DRS. Por lo que respecta a SU-MIMO, puede ser necesario soportar hasta 8 capas, así que se necesitan 3 bits para indicar el rango.
- 25 El diseño de la señalización en la Tabla 16 es capaz de soportar transmisión tanto de MU-MIMO como de SU-MIMO sin indicar explícitamente si la transmisión es SU-MIMO o MU-MIMO. Dado que es necesario soportar 8 capas para SU-MIMO, se necesitan 3 bits para señalización, como se muestra en la Tabla 3 anterior. No obstante, la realización de la Tabla 16 no añade ninguna sobrecarga para soportar tanto MU-MIMO como SU-MIMO.

Índice	Si un TB está habilitado y el otro está deshabilitado			Ambos TB habilitados		
	Mapa de bits para capas	Puertos de DRS	Transmisión	Mapa de bits para capas	Puertos de DRS	Transmisión
0	[1 0 0 0 0 0 0 0]	$puerto^0_8$	SU-MIMO / MU-MIMO	[1 1 0 0 0 0 0 0]	$puerto^0_8$ $puerto^1_8$	SU-MIMO / MU-MIMO
1	[0 1 0 0 0 0 0 0]	$puerto^1_8$	MU-MIMO	[0 0 1 1 0 0 0 0]	$puerto^2_8$ $puerto^3_8$	MU-MIMO
2	[0 0 1 0 0 0 0 0]	$puerto^2_8$	MU-MIMO	[1 1 1 0 0 0 0 0]	$puerto^0_8$ $puerto^1_8$ $puerto^2_8$	SU-MIMO
3	[0 0 0 1 0 0 0 0]	$puerto^3_8$	MU-MIMO	[1 1 1 1 0 0 0 0]	$puerto^0_{8,\dots}$ $puerto^3_8$	SU-MIMO
4	Reservado			[1 1 1 1 1 0 0 0]	$puerto^0_{8,\dots}$ $puerto^4_8$	SU-MIMO
5	Reservado			[1 1 1 1 1 1 0 0]	$puerto^0_{8,\dots}$ $puerto^5_8$	SU-MIMO
6	Reservado			[1 1 1 1 1 1 1 0]	$puerto^0_{8,\dots}$ $puerto^6_8$	SU-MIMO
7	Reservado			[1 1 1 1 1 1 1 1]	$puerto^0_{8,\dots}$ $puerto^7_8$	SU-MIMO

TABLA 16 – Señalización de puertos de DRS (con rango total de 4 en MU-MIMO)

Una alternativa a la solución de la Tabla 16 es soportar dos tipos de puertos de DRS para MU-MIMO simultáneamente, estos dos tipos de puertos de DRS podrían proporcionar un número diferente de puertos de DRS ortogonales y diseñar diferentes escenarios. Como se muestra en la Tabla 17, los puertos de DRS indicados por * pueden no ser los mismos que los correspondientes puertos de DRS sin *. Por ejemplo, en un tipo de diseño de DRS de CDM / FDM, los puertos denotados por $puerto^0_{\delta} \dots puerto^7_{\delta}$ pueden tener una longitud de código de Walsh diferente a $puerto^{0*}_{\delta} \dots puerto^{3*}_{\delta}$, tal como $puerto^0_{\delta} \dots puerto^7_{\delta}$ que tienen longitud de código de Walsh 2, mientras que $puerto^{0*}_{\delta} \dots puerto^{3*}_{\delta}$ que tienen longitud de código de Walsh 4. El propósito de diseñar dos tipos de puertos de DRS sería diseñar específicamente diferentes escenarios de aplicación de MU-MIMO. Por ejemplo, cuando hay un gran número de usuarios para ser planificados en MU-MIMO, podrían utilizarse $puerto^{0*}_{\delta} \dots puerto^{3*}_{\delta}$, que tienen longitud de código de Walsh de 4, y por lo tanto, podrían proporcionar 4 puertos de DRS ortogonales y conducir a un mayor rendimiento. Por otro lado, cuando hay menos usuarios para ser planificados en MU-MIMO, cuya separación espacial es relativamente grande, podrían utilizarse $puerto^0_{\delta}$ y $puerto^1_{\delta}$, cuya longitud de código de Walsh es 2, y por lo tanto podrían proporcionar dos puertos de DRS ortogonales. En la Tabla 17, puede verse que los dos tipos de puertos de DRS podrían ser señalizados sin requerir una sobrecarga y podría ser cosa del eNB el decidir qué puertos de DRS son utilizados.

Índice	Si un TB está habilitado y el otro está deshabilitado			Ambos TB habilitados		
	Mapa de bits para capas	Puertos de DRS	Transmisión	Mapa de bits para capas	Puertos de DRS	Transmisión
0	[1 0 0 0 0 0 0 0]	$puerto^0_{\delta}$	SU-MIMO / MU-MIMO	[1 1 0 0 0 0 0 0]	$puerto^{0*}_{\delta}$, $puerto^{1*}_{\delta}$	SU-MIMO / MU-MIMO
1	[1 0 0 0 0 0 0 0]	$puerto^0_{\delta}$	SU-MIMO / MU-MIMO	[0 0 1 1 0 0 0 0]	$puerto^{2*}_{\delta}$, $puerto^{3*}_{\delta}$	MU-MIMO
2	[0 1 0 0 0 0 0 0]	$puerto^1_{\delta}$	MU-MIMO	[1 1 1 0 0 0 0 0]	$puerto^0_{\delta}$, $puerto^1_{\delta}$, $puerto^2_{\delta}$	SU-MIMO
3	[0 1 0 0 0 0 0 0]	$puerto^1_{\delta}$	MU-MIMO	[1 1 1 1 0 0 0 0]	$puerto^0_{\delta}, \dots,$ $puerto^3_{\delta}$	SU-MIMO
4	[0 0 1 0 0 0 0 0]	$puerto^2_{\delta}$	MU-MIMO	[1 1 1 1 1 0 0 0]	$puerto^0_{\delta}, \dots,$ $puerto^4_{\delta}$	SU-MIMO
5	[0 0 0 1 0 0 0 0]	$puerto^3_{\delta}$	MU-MIMO	[1 1 1 1 1 1 0 0]	$puerto^0_{\delta}, \dots,$ $puerto^5_{\delta}$	SU-MIMO
6	Reservado			[1 1 1 1 1 1 1 0]	$puerto^0_{\delta}, \dots,$ $puerto^6_{\delta}$	SU-MIMO
7	Reservado			[1 1 1 1 1 1 1 1]	$puerto^0_{\delta}, \dots,$ $puerto^7_{\delta}$	SU-MIMO

TABLA 17 – Señalización de dos tipos de puertos de DRS (con un rango total de 4 en MU-MIMO)

9. Formato de DCI para llevar señalización

La señalización para la capa de transmisión podría estar contenida en un nuevo formato de DCI diseñado para LTE de Versión 9 ó versión 10, o podría estar contenida en un formato de DCI de Versión 8 modificado. En el caso de un formato de DCI de Versión 8 modificado, los formatos para 2 ó 2A en Versión 8 podrían ser los formatos de DCI más adecuados cuando un único formato de DCI que cubre tanto SU-MIMO como MU-MIMO va a ser recibido por el UE.

Dado que DRS se utiliza para desmodulación en la Versión 9 y la Versión 10, la información de la matriz de precodificación transmitida (TPMI – Transmitted Precoding Matrix Information, en inglés) no es necesaria en la DCI, así que los bits que corresponden a la información de precodificación en estos formatos podrían ser eliminados y reemplazados con los bits de señalización propuestos, que podrían señalar tanto las capas de transmisión como los puertos de DRS y, si es necesario, el rango total de la transmisión.

Por ejemplo, si el número de capas totales de transmisión es 8, los bits de señalización podrían ser 6 ó más, y los ahorros por el uso de esos bits podrían ser utilizados para la señalización de información de capa, que podría también requerir 5 ó 6 bits. Tal formato de DCI modificado podría ser utilizado en la Versión 9 ó la Versión 10 tanto para SU-MIMO como para MU-MIMO.

Generalmente, en el eNB, el mismo mensaje formateado de DCI podría ser utilizado para llevar diferente información para un primero y un segundo conjunto de UEs. Por ejemplo, podría utilizarse un primer conjunto de UEs correspondiente a UEs de Versión 8 y un segundo conjunto de UEs correspondiente a UEs de Versión posterior a la Versión 8. Si el UE de objetivo es del primer conjunto, entonces el mensaje formateado de DCI estará configurado para contener una indicación de PMI. Si el UE de objetivo es del segundo conjunto, el mensaje formateado de DCI

estará configurado para contener una indicación de capas. En algunas realizaciones, la indicación de PMI y la indicación de capas están representadas por el mismo número de bits.

10. señalización de DRS para transmisión de MU-MIMO de rango 1

5 Las realizaciones descritas anteriormente consideran un formato de DCI uniforme para señalización tanto de la transmisión de SU-MIMO como de MU-MIMO. Son flexibles y podrían soportar todas las transmisiones de capa de 1 a 8 capas. No obstante, en ciertas realizaciones, puede ser posible tener sólo transmisiones de 1 rango que están soportadas para MU-MIMO. Para tales despliegues, si uno de los métodos propuestos es utilizado para señalar capas o DRS, y si se utilizan formatos de DCI similares a los utilizados en 2 ó 2A, los bits tales como los correspondientes al 2º bloque de transporte serán desperdiciados. Para evitar el potencial desperdicio, podría considerarse un formato de DCI más compacto que sólo contenga información para una capa. En este caso, al UE puede serle señalado qué DRS utilizar mediante un campo de N bits de longitud, donde $2 \exp N$ es mayor o igual al número total de DRS disponibles para el UE.

15 Por ejemplo, si se utilizan 4 DRS para una MU-MIMO de rango 1 de 4 antenas de transmisión, entonces a cada uno de los 4 UEs le serían señalados 2 bits para indicar cuál de las 4 DRSs utilizar. Una versión modificada del formato de DCI 1D puede ser utilizada para tales transmisiones de MU-MIMO de rango 1, donde los bits de asignación de DSR descritos podrían reemplazar la información TPMI.

20 En otra realización, tal MU-MIMO sólo de rango 1 podría ser utilizada también como un modo alternativo para una MU-MIMO de rango superior más general. En tal caso, el UE podría tratar de detectar tanto formato de DCI 1D para MU-MIMO de rango 1 como formatos de DCI 2 ó 2A modificados para MU-MIMO de rango superior más general.

25 Sobre la base de lo anterior, podrían existir un número de combinaciones para transmisión de MU-MIMO. En una primera realización, una transmisión de MU-MIMO sólo de rango 1 sería aplicada utilizando un formato de DCI 1D modificado.

30 En otra configuración incluiría una transmisión de MIMO de orden superior que incluye tanto SU-MIMO como MU-MIMO, que utiliza un nuevo formato de DCI, un formato de DCI modificado de los formatos de DCI 2 y 2A de la Versión 8.

En una tercera configuración, la MU-MIMO sólo de rango 1 se utiliza como un modo alternativo para un modo de transmisión de MIMO de orden superior más general. Podrían transmitirse ambos formatos de DCI de lo anterior.

35 Podría utilizarse señalización de alto nivel para informar al UE de tal configuración de manera que el UE conocería qué tipo de formatos de DCI necesita descodificar.

11. Resumen de realizaciones

40 Los bits de señalización para cada planteamiento están resumidos a la vista de la Tabla 18 y la Tabla 19 que siguen. La Tabla 18 resume la señalización requerida para 2 y 4 capas. Como se muestra, los métodos requieren más o menos la misma sobrecarga de señalización.

45 La Tabla 19 resume la sobrecarga de señalización para 8 capas, donde se incurre en la mayor sobrecarga de señalización. En la tabla 19 puede observarse que aunque el planteamiento del mapa de bits proporciona la mayor flexibilidad, requiere también el mayor número de bits de señalización. Algunas alternativas proporcionan planteamientos asignados al grupo y seleccionan planteamientos de capa para reducir la sobrecarga de señalización sin perder flexibilidad. Además, con la ayuda de la información de habilitación de bloque de transporte y la codificación conjunta tanto de rango como de capa, la señalización global podría ser reducida incluso más. Comparando el método de codificación conjunta con el método del mapa de bits, el número total de bits de señalización se reduce casi a la mitad.

Métodos	Número total de capas de transmisión	Bits para la capa de transmisión	Bits para el rango de transmisión total	Bits totales para señalización
Planteamiento del mapa de bits	2	2	1	3
	4	4	2	6
Planteamiento de la asignación de grupo	2	2	1	3
	4	4	2	6
Planteamiento de la capa seleccionada	2	2	1	3
	4	3	2	5

TABLA 18 – Resumen de bits de señalización para un total de 2 y 4 capas

Métodos		Número total de capas de transmisión	Bits para la capa de transmisión	Bits para el rango de transmisión total	Bits totales para señalización
Planteamiento del mapa de bits		8	8	3	11
Planteamiento de la asignación de grupo		8	6	3	9
Planteamiento de la capa seleccionada		8	5	3	8
Planteamiento de capa seleccionada con habilitación de TB	Un TB habilitado	8	5	2	7
	Dos TB habilitados con codificación separada	8	4	3	7
	Dos TB habilitados con codificación conjunta	8			6

TABLA 19 – Resumen de bits de señalización para un total de 8 capas

5 Además, pueden aplicarse selecciones de subconjunto para limitar la transmisión al uso sólo de combinaciones de capa seleccionadas de las tablas. Por ejemplo, un subconjunto de asignaciones de capas para SU-MIMO puede ser utilizado cuando al eNB le gustaría forzar la transmisión en modo de SU-MIMO. En otros escenarios, ciertas capas pueden estar reservadas para transmisión de SPS (Planificación Semi-Persistente) y por lo tanto, selecciones de subconjunto podrían evitar la asignación de tales capas al UE. Tales subconjuntos podrían ser predefinidos en señales a través de los canales de emisión o de señales de capa superior.

10 En algunos escenarios, puede resultar beneficioso utilizar los planteamientos propuestos para señalar la asignación de capa a un UE en un modo de transmisión de MIMO unificado, que podría incluir transmisiones de MU-MIMO y SU-MIMO y permitir la conmutación dinámica entre ellas sin que el UE lo perciba.

15 Además, en algunas realizaciones, los planteamientos de señalización propuestos anteriormente podrían ser también utilizados para modos de transmisión de SU-MIMO y MU-MIMO separados, que están explícitamente especificados semi-estáticamente mediante señalización de capa superior tal como RRC.

20 Lo anterior puede ser implementado en cualquier equipo de usuario en el lado receptor y cualquier elemento de red tal como un Nodo B evolucionado en el lado transmisor. En el lado transmisor, el elemento de red incluirá generalmente un procesador, memoria y subsistema de comunicaciones para enviar la información relativa a las capas de transporte utilizadas.

25 Para el lado del UE, la Figura 11 es un diagrama de bloques que ilustra un UE capaz de ser utilizado con las realizaciones del aparato y método de la presente solicitud. El dispositivo móvil 1100 es típicamente un dispositivo de comunicación inalámbrico bidireccional que tiene al menos capacidades de comunicación de voz. Dependiendo de la funcionalidad exacta proporcionada, el dispositivo inalámbrico puede ser denominado un dispositivo de intercambio de mensajes de datos, un localizador bidireccional, un dispositivo de correo electrónico inalámbrico, un teléfono celular con capacidades de intercambio de mensajes de datos, un dispositivo de Internet inalámbrico, un dispositivo móvil o un dispositivo de comunicación de datos, como ejemplos.

30 Cuando el UE 1100 está habilitado para comunicación bidireccional, incorporará un subsistema 1111 de comunicación, que incluye tanto un receptor 1112 como un transmisor 1114, así como componentes asociados tales como uno o más, típicamente incorporados o internos, elementos de antena 1116 y 1118, osciladores locales (LOs – Local Oscillators, en inglés) 1113, y un módulo de procesamiento tal como un procesador de señal digital (DSP – Digital Signal Processor, en inglés) 1120. Como resultará evidente para los expertos en el campo de las comunicaciones, el diseño particular del subsistema 1111 de comunicación dependerá de la red de comunicación en la cual el dispositivo está previsto que opere.

35 Los requisitos de acceso a la red variarán también dependiendo del tipo de red 1119. Un UE de LTE puede requerir una tarjeta de módulo de identidad de abonado (SIM – Subscriber Identity Module, en inglés) con el fin de operar en la red de LTE o de LTE-A. La interfaz SIM 1144 es normalmente similar a una ranura de tarjeta en la cual una tarjeta SIM puede ser insertada y extraída como un disquete o tarjeta PCMCIA. La tarjeta SIM puede contener una configuración de clave 1151, y otra información 1153 tal como identificación, e información relativa al abonado.

Cuando los procedimientos de registro o de activación en la red se han completado, el UE 1100 puede enviar y recibir señales de comunicación sobre la red 1119. Como se ilustra en la Figura 11, la red 1119 puede consistir en múltiples antenas que se comunican con el UE. Estas antenas están a su vez conectadas a un eNB 1170.

5 Las señales recibidas por la antena 1116 a través de la red 1119 de comunicación son introducidas en el receptor 1112, que puede efectuar funciones de receptor comunes tales como amplificación de señal, conversión a frecuencia menor, filtrado, selección de canal y otras similares, y en el sistema de ejemplo mostrado en la Figura 11, conversión de analógico a digital (A/D). La conversión A/D de una señal recibida permite que funciones de comunicación más complejas tales como desmodulación y descodificación sean realizadas en el DSP 1120. De una
10 manera similar, las señales para ser transmitidas y procesadas, incluyendo modulación y codificación, por ejemplo, mediante DSP 1120 y entrada al transmisor 1114 para conversión de analógico a digital, conversión a frecuencia mayor, filtrado, amplificación y transmisión sobre la red de comunicación 1119 por medio de la antena 1118. El DSP 1120 no sólo procesa señales de comunicación, sino también proporciona control del transmisor y del receptor. Por ejemplo, las ganancias aplicadas a las señales de comunicación en el transmisor 1112 y el receptor 1114 pueden ser adaptativamente controladas mediante algoritmos de control de ganancia automático implementados en el DSP
15 1120.

El UE 1100 puede incluir un microprocesador 1138 que controla la operación global del dispositivo. Las funciones de comunicación, que incluyen comunicaciones de datos y de voz, son llevadas a cabo mediante el subsistema de comunicación 1111. El microprocesador 1138 también interactúa con más subsistemas del dispositivo tales como la pantalla 1122, la memoria rápida 1124, la memoria de acceso aleatorio (RAM – Random Access Memory, en inglés) 1126, los subsistemas de entrada / salida (I/O - Input / Output, en inglés) auxiliares 1128, el puerto de serie 1130, uno o más teclados o teclados numéricos 1132, un altavoz 1134, un micrófono 1136, otro subsistema de comunicación 1140 tal como un subsistema de comunicaciones de corto alcance y cualquier otro subsistema del
20 dispositivo designado de manera general como 1142. El puerto de serie 1130 podría incluir un puerto de USB u otro puerto conocido para las personas del sector.

Algunos de los subsistemas mostrados en la Figura 11 llevan a cabo funciones relacionadas con la comunicación, mientras que otros subsistemas pueden proporcionar funciones “residentes” o del dispositivo. Notablemente, algunos subsistemas, tales como el teclado 1132 y la pantalla 1122, por ejemplo, pueden ser utilizados tanto para funciones relativas a la comunicación, tales como introducir un mensaje de texto para su transmisión sobre una red de comunicación, y funciones residentes en el dispositivo tales como una calculadora o listado de tareas.
30

El software del sistema operativo utilizado por el microprocesador 1138 está generalmente almacenado en un almacén persistente tal como una memoria rápida 1124, que puede por el contrario ser una memoria de sólo lectura (ROM – Read Only Memory, en inglés) o elemento de almacenamiento similar (no mostrado). Resultará evidente para los expertos en la materia que el sistema operativo, las aplicaciones específicas del dispositivo, o partes de los mismos, pueden ser temporalmente cargados en una memoria volátil tal como RAM 1126. Las señales de comunicación recibidas pueden ser también almacenadas en RAM 1126.
35

Como se muestra, la memoria rápida 1124 puede ser segregada en diferentes áreas tanto para programas informáticos 1158 como para almacenamiento de datos de programa 1150, 1152, 1154 y 1156. Estos diferentes tipos de almacenamiento indican que cada programa puede asignar una porción de memoria rápida 1124 para sus propios requisitos de almacenamiento de datos. El microprocesador 1138, además de sus funciones de sistema operativo, preferiblemente habilita la ejecución de aplicaciones de software en el UE. Un conjunto predeterminado de aplicaciones que controlan operaciones básicas de control, que incluyen al menos aplicaciones de comunicación de datos y de voz por ejemplo, serán normalmente instaladas en el UE 1100 durante la fabricación. Otras aplicaciones podrían ser instaladas a continuación o dinámicamente.
40

Una aplicación de software puede ser una aplicación de gestor de información personal (PIM – Personal Information Manager, en inglés) que tiene la capacidad de organizar y gestionar elementos de datos relativos al usuario del UE tal como, pero que no está limitado a, correo electrónico, eventos de calendario, correos de voz, citas, y elementos de tarea. Naturalmente, uno o más almacenes de memoria estarían disponibles en el UE para facilitar el almacenamiento de elementos de datos de PIM. Tal aplicación de PIM tendría generalmente la capacidad de enviar y recibir elementos de datos, a través de la red 1119 inalámbrica. En una realización, los elementos de datos de PIM son integrados, sincronizados y actualizados de manera continua, a través de la red 1119 inalámbrica, con los elementos de datos correspondientes del usuario del UE almacenados o asociados con un sistema informático anfitrión. Otras aplicaciones pueden ser también cargadas en el UE 1100 a través de la red 1119, un subsistema de I/O auxiliar 1128, un puerto de serie 1130, un subsistema de comunicaciones de corto alcance 1140 ó cualquier otro subsistema adecuado 1142, e instaladas por un usuario en la RAM 1126 ó un almacén no volátil (no mostrado) para la ejecución por parte del microprocesador 1138. Tal flexibilidad en la instalación de aplicaciones aumenta la funcionalidad del dispositivo y puede proporcionar funciones mejoradas en el dispositivo, funciones relativas a la comunicación, o ambas. Por ejemplo, las aplicaciones de comunicación seguras pueden habilitar funciones de comercio electrónico y otras transacciones financieras tales para ser efectuadas utilizando el UE 1100.
45
50
55
60
65

En un modo de comunicación de datos, una señal recibida tal como un mensaje de texto o descarga de página web será procesada por el subsistema de comunicación 1111 e introducida en el microprocesador 1138, que puede además procesar la señal recibida para atributos de elemento para salida al dispositivo 1122, o alternativamente a un dispositivo de I/O auxiliar 1128.

5 Un usuario del UE 1100 puede también comprender elementos de datos tales como mensajes de correo electrónico por ejemplo, utilizando el teclado 1132, que puede ser un teclado alfanumérico completo o un teclado numérico de tipo de teléfono en algunas realizaciones, en conjunción con la pantalla 1122 y posiblemente un dispositivo de I/O auxiliar 1128. Tales elementos compuestos pueden entonces ser transmitidos sobre una red de comunicación a través del subsistema de comunicación 1111.

15 Para comunicaciones de voz, la operación global del UE 1100 es similar, excepto que las señales recibidas serían típicamente extraídas a un altavoz 1134 y las señales para la transmisión serían generadas por un micrófono 1136. Subsistemas de I/O de voz o audio alternativos, tal como un subsistema de registro de mensajes de voz, pueden ser también implementados en el UE 1100. Aunque la salida de señal de voz y de audio se consigue generalmente en primer lugar a través del altavoz 1134, la pantalla 1122 puede ser utilizada también para proporcionar una indicación de la identidad de un participante llamante, la duración de una llamada de voz u otra información relativa a la llamada de voz, por ejemplo.

20 El puerto de serie 1130 en la Figura 11 estaría normalmente implementado en un UE del tipo de asistente digital personal (PDA – Personal Digital Assistant, en inglés) para el cual la sincronización con un ordenador de sobremesa de usuario (no mostrado) puede resultar deseable, pero es un componente de dispositivo opcional. Tal puerto 1130 permitiría a un usuario establecer preferencias a través de un dispositivo externo o aplicación de software y extendería las capacidades del UE 1100 proporcionando descargas de información o software al UE 1100 de manera distinta de a través de una red de comunicación inalámbrica. La ruta de descarga alternativa puede por ejemplo ser utilizada para cargar una clave de codificación en el dispositivo a través de una conexión directa y por lo tanto fiable y contrastada para permitir con ello una comunicación segura entre dispositivos. Como resultará evidente para los expertos en la materia, el puerto de serie 1130 puede además ser utilizado para conectar el UE a un ordenador para que actúe como un módem.

30 Otros subsistemas 1140 de comunicaciones, tales como un subsistema de comunicaciones de corto alcance, es otro componente que puede proporcionar comunicación entre el UE 1100 y diferentes sistemas o dispositivos, que no necesitan necesariamente ser dispositivos similares. Por ejemplo, el subsistema 1140 puede incluir un dispositivo de infrarrojos y circuitos y componentes asociados o un módulo de comunicación Bluetooth™ para proporcionar comunicación con sistemas y dispositivos habilitados de manera similar. El subsistema 1140 puede ser también utilizado para comunicaciones de WiFi o WiMAX.

35 Las realizaciones descritas en esta memoria son ejemplos de estructuras, sistemas o métodos que tienen elementos correspondientes a elementos de las técnicas de esta aplicación. Esta descripción escrita puede permitir a los expertos en la materia hacer y utilizar realizaciones que tienen elementos alternativos que asimismo corresponden a los elementos de las técnicas de esta aplicación. El alcance previsto de las técnicas de esta aplicación incluye así otras estructuras, sistemas o métodos que no difieren de las técnicas de esta aplicación tal como se describen en esta memoria, e incluye además otras estructuras, sistemas o métodos con diferencias no substanciales de las técnicas de esta aplicación tal como se describen en esta memoria.

45

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método llevado a cabo por un elemento de red (130,220, 330 430 520 620 630, 1170) de un sistema de 'MIMO' de múltiple entrada múltiple salida, comprendiendo el método:
- 10 transmitir (152, 154, 1030) información de control del enlace descendente 'DCI' que contiene información relativa a bloques de transporte para ser utilizada por un equipo de usuario 'UE' (110, 120, 210, 310, 320, 410, 420, 510, 530, 610, 640, 1020, 1100) y relativa a puertos de señal de referencia dedicada para ser utilizados por el UE,
- 15 donde si la información significa que se utiliza un bloque de transporte, un primer conjunto de combinaciones de capas o de combinaciones asociadas de puertos de señal de referencia dedicada van a ser utilizados por el UE,
- y donde si la información significa que se utilizan dos bloques de transporte, un segundo conjunto de combinaciones de capas o de combinaciones asociadas de puertos de señal de referencia dedicada va a ser utilizado por el UE,
- y donde hasta 8 puertos de señal de referencia dedicada están indicados para su uso por parte del UE.
- 20 2. El método de la reivindicación 1, en el que la información, que está contenida en el DCI, soporta transmisiones de MIMO de múltiples usuarios.
3. El método de la reivindicación 1, en el que la información, que está contenida en la DCI, incluye valores de índice.
4. El método de la reivindicación 3, en el que un código de aleatorización está asociado con un valor de índice.
- 25 5. El método de una de las reivindicaciones 1 – 4, en el que el elemento de red es un eNodoB capaz de al menos una de las operaciones de 'LTE' de evolución a largo plazo y las operaciones de LTE-Avanzada.
- 30 6. Un elemento de red que comprende un procesador configurado para ejecutar un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 – 5.
- 35 7. Instrucciones de almacenamiento en medio legible por ordenador que provocan que un elemento de red ejecute un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 – 5.
- 40 8. Un equipo de usuario 'UE' (110, 120, 210, 310, 320, 410, 420, 510, 530, 610, 640, 1020, 1100) configurado para:
- recibir información de control del enlace descendente 'DCI' de acuerdo con las operaciones de transmisión llevadas a cabo por el elemento de red de la reivindicación 6; y
- utilizar al menos uno de los bloques de transporte y puertos de señal de referencia dedicada sobre la base de la información contenida en el DCI.

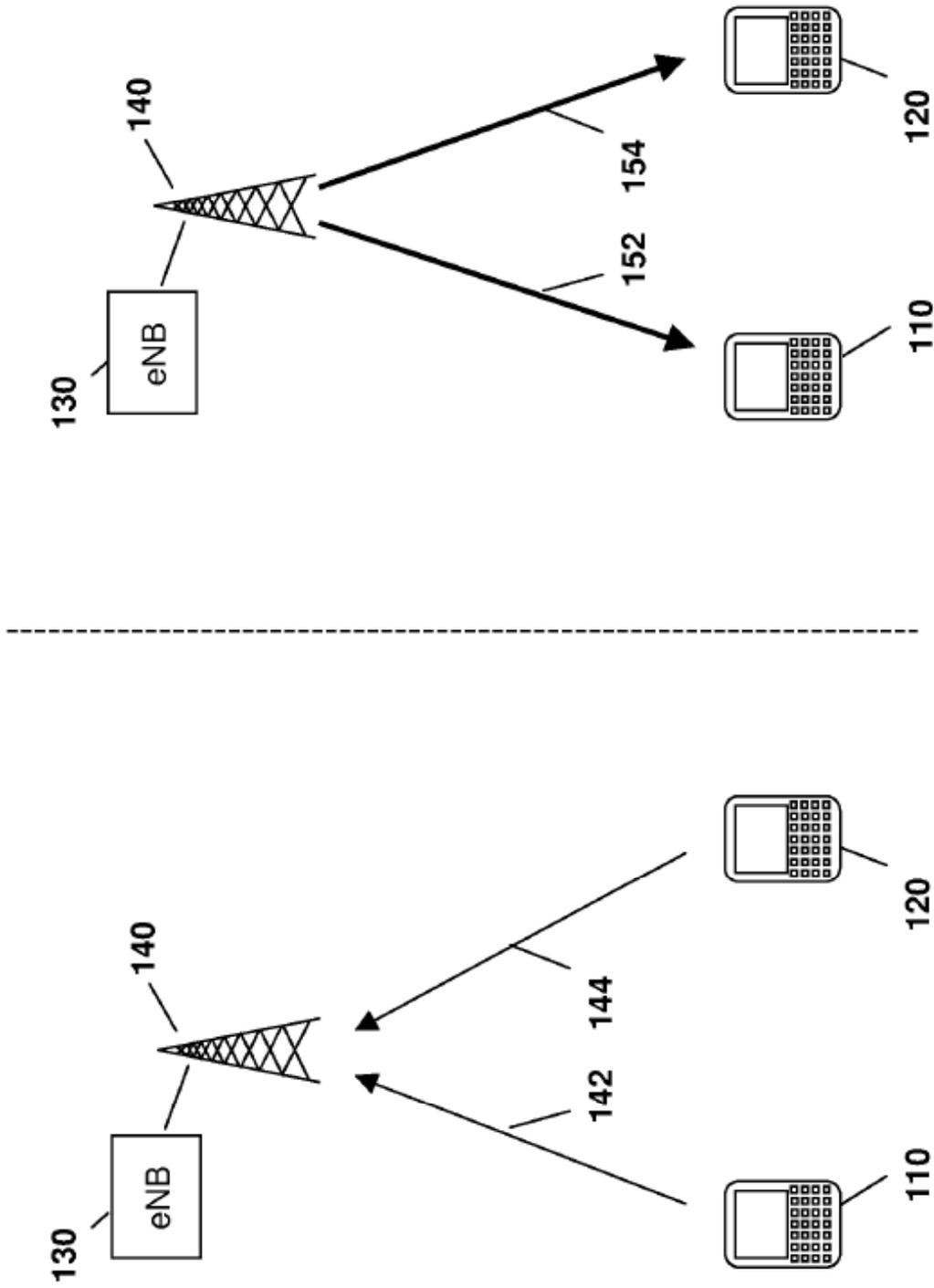


FIG. 1

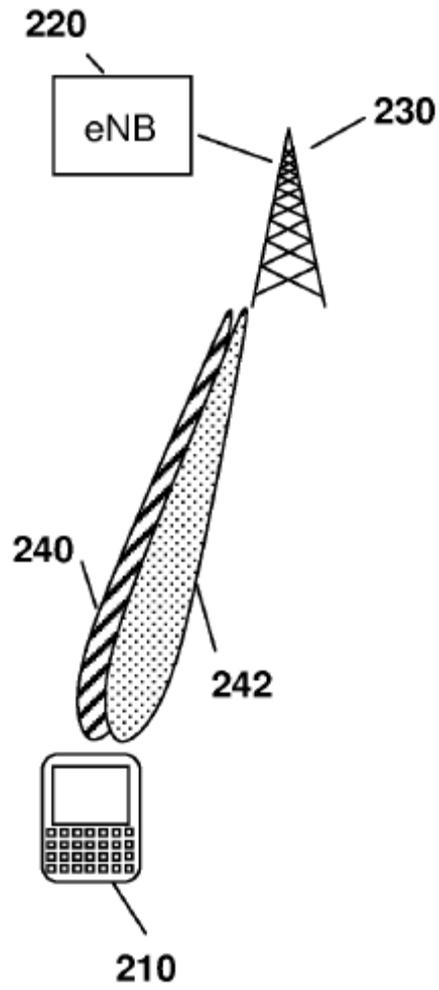


FIG. 2

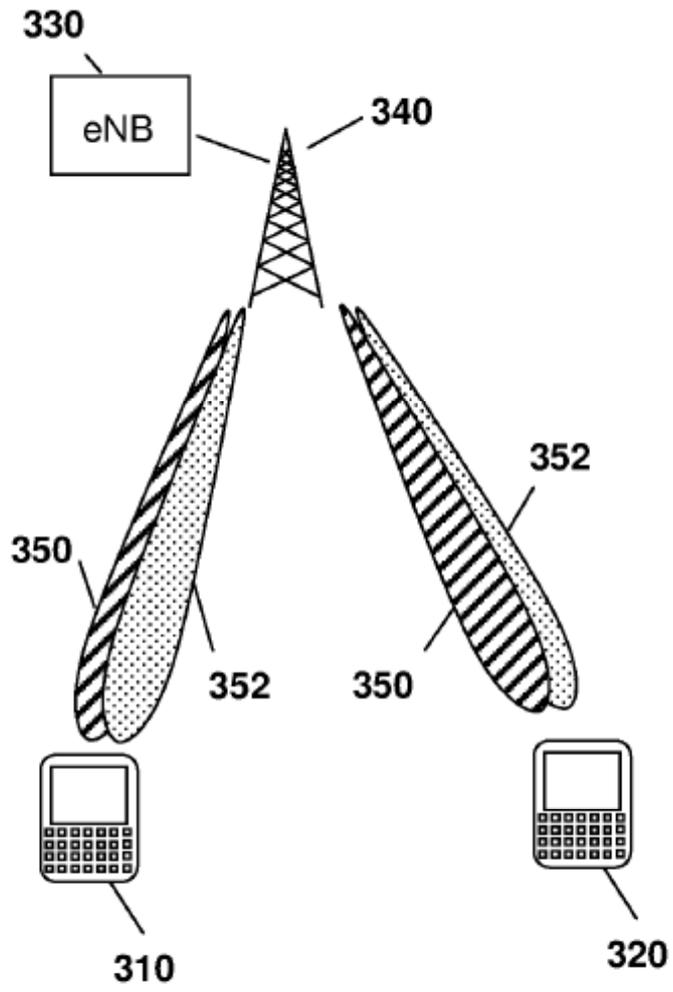


FIG. 3

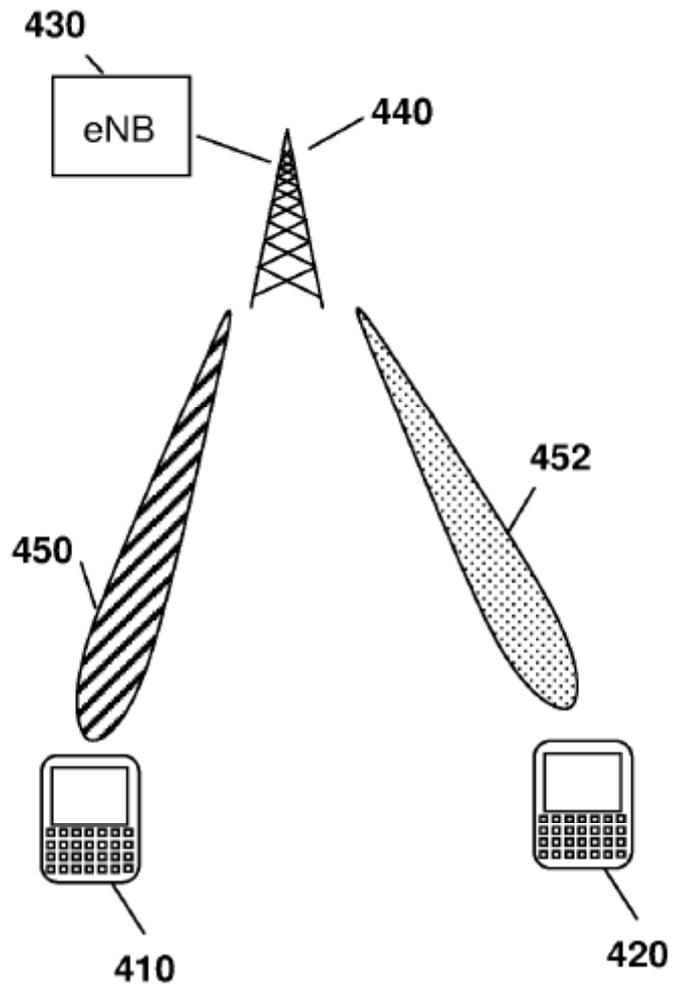


FIG. 4

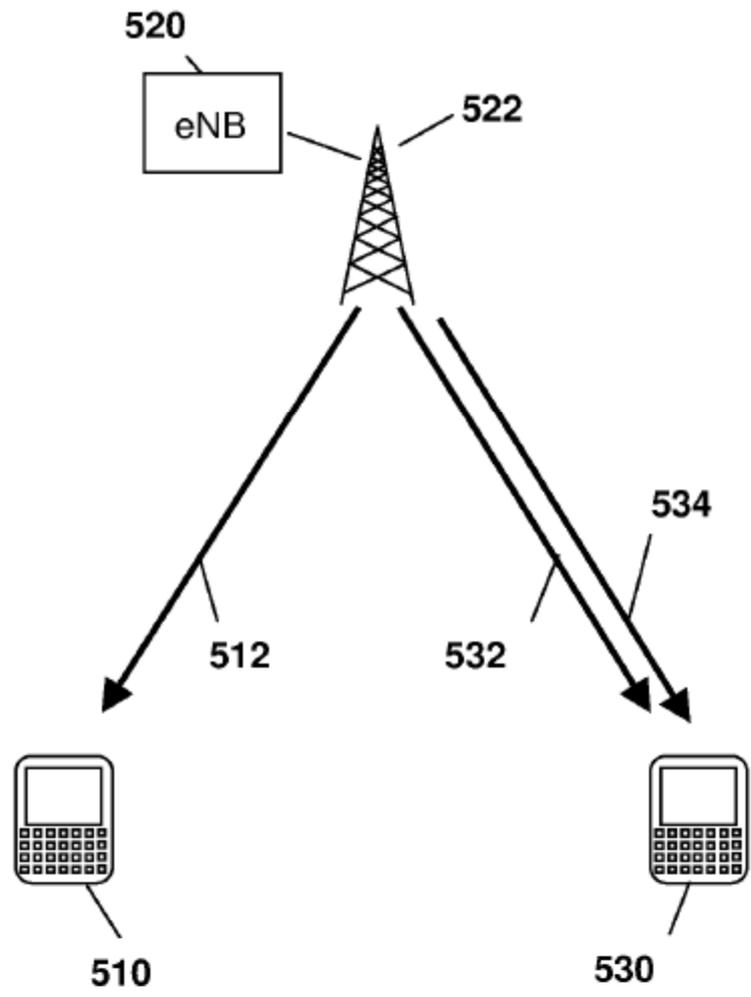


FIG. 5

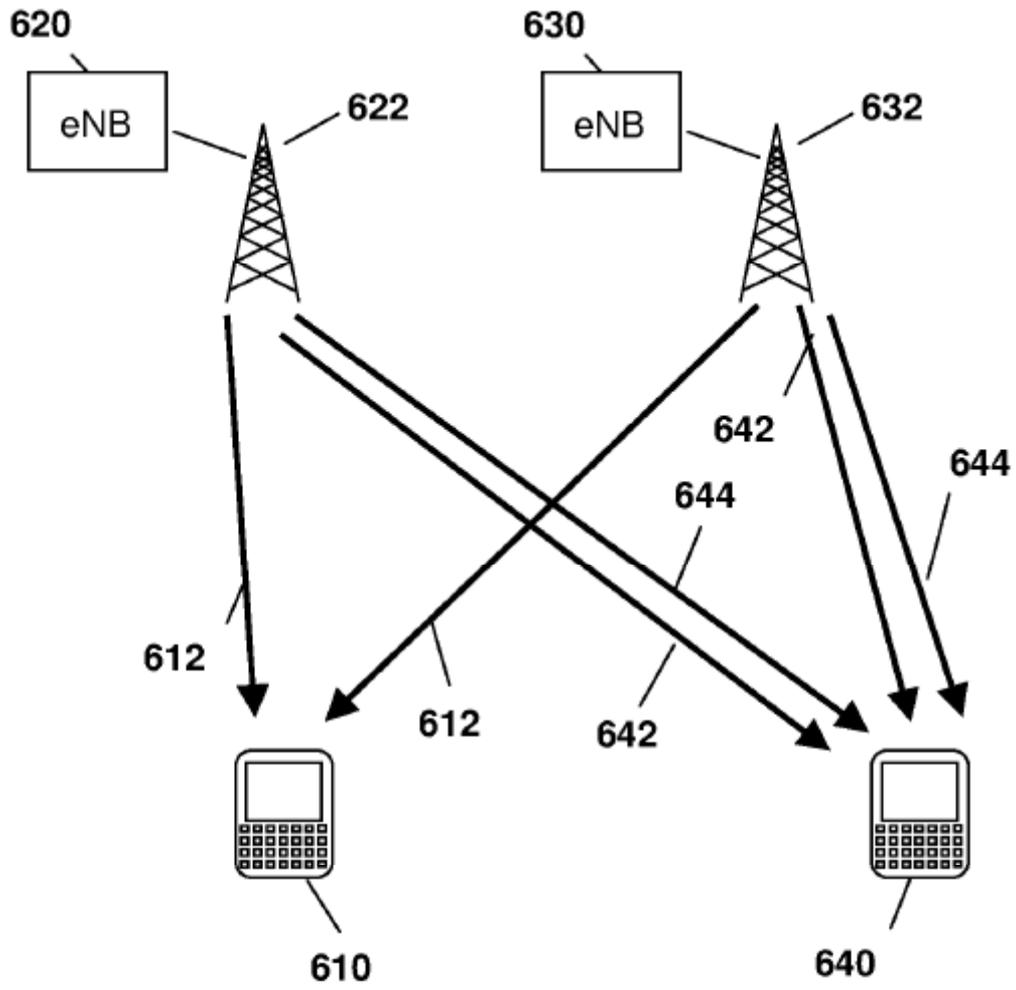


FIG. 6

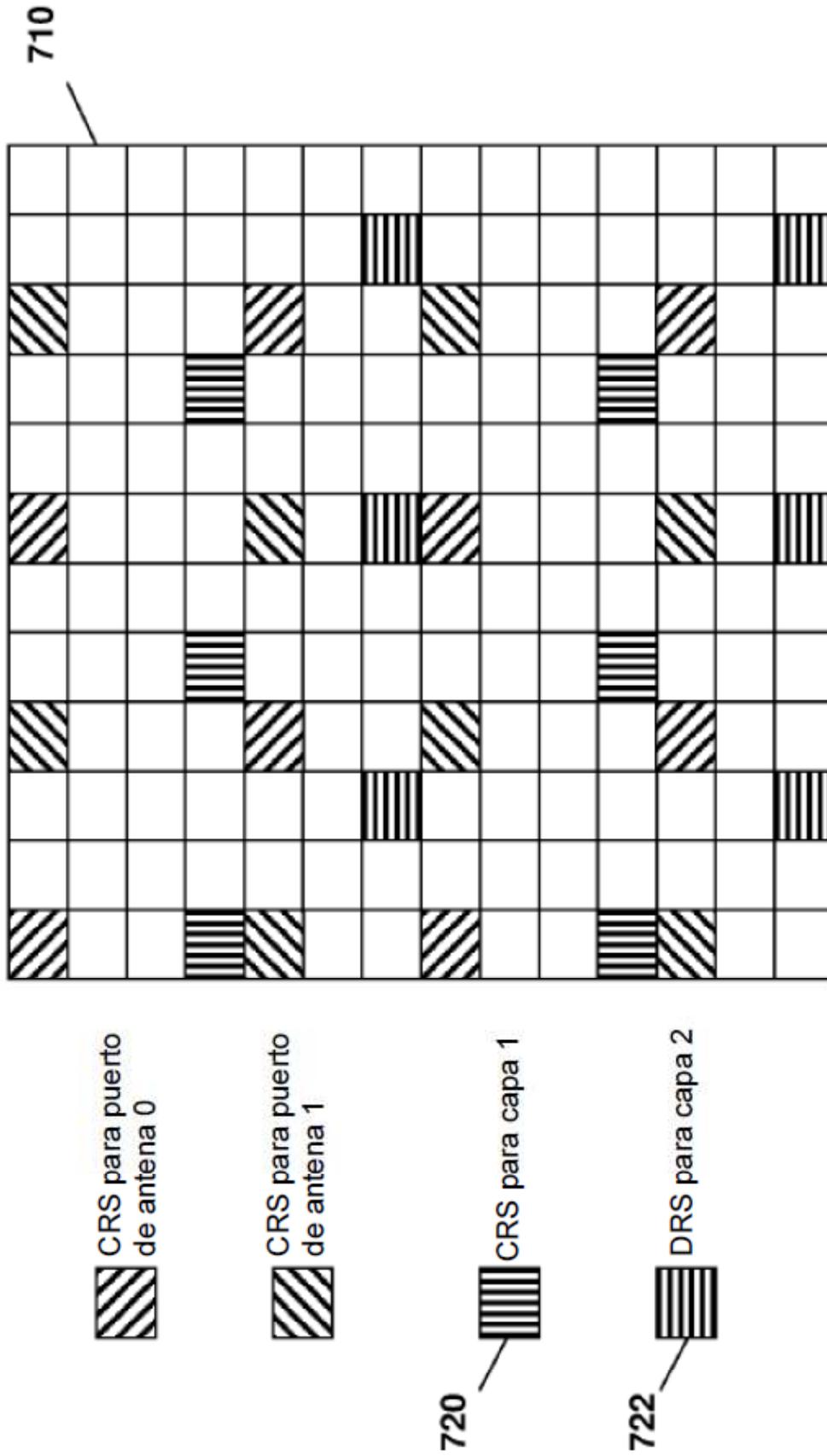


FIG. 7

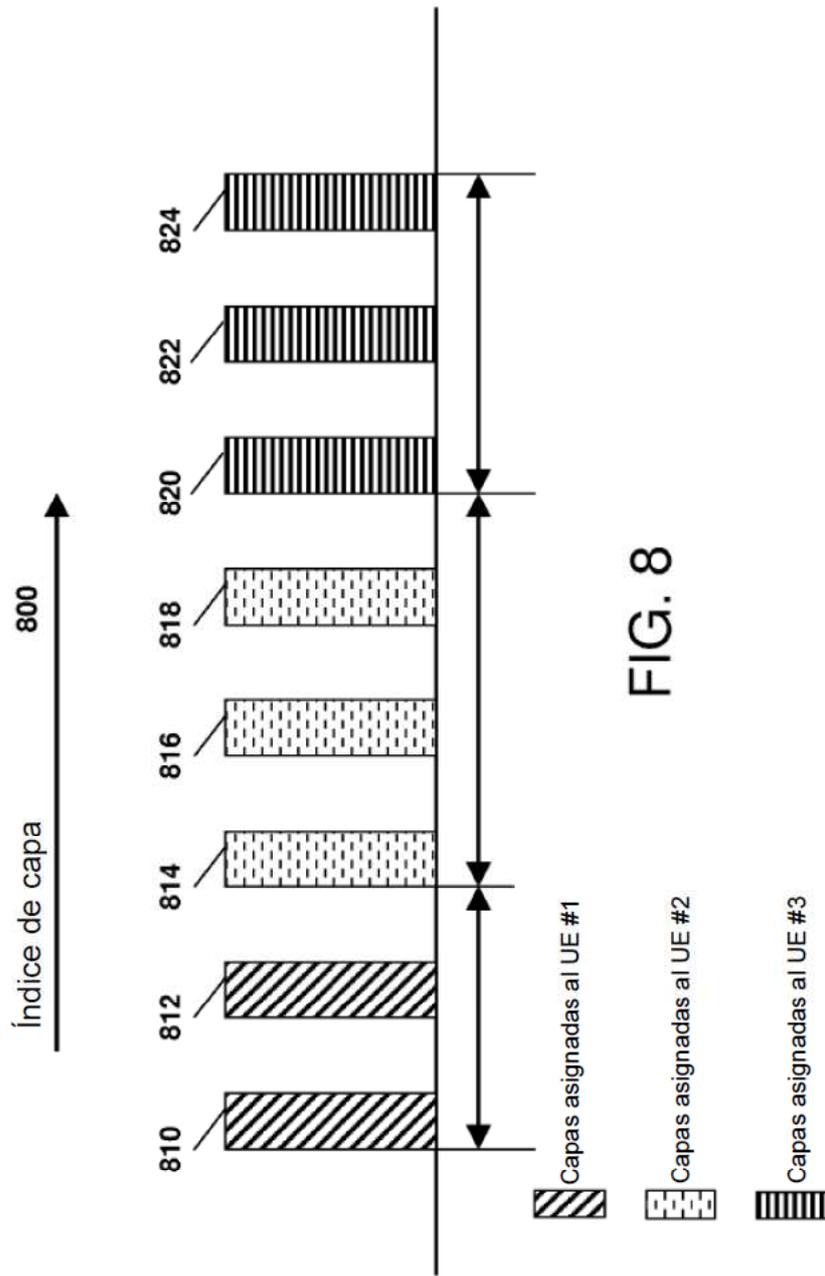


FIG. 8

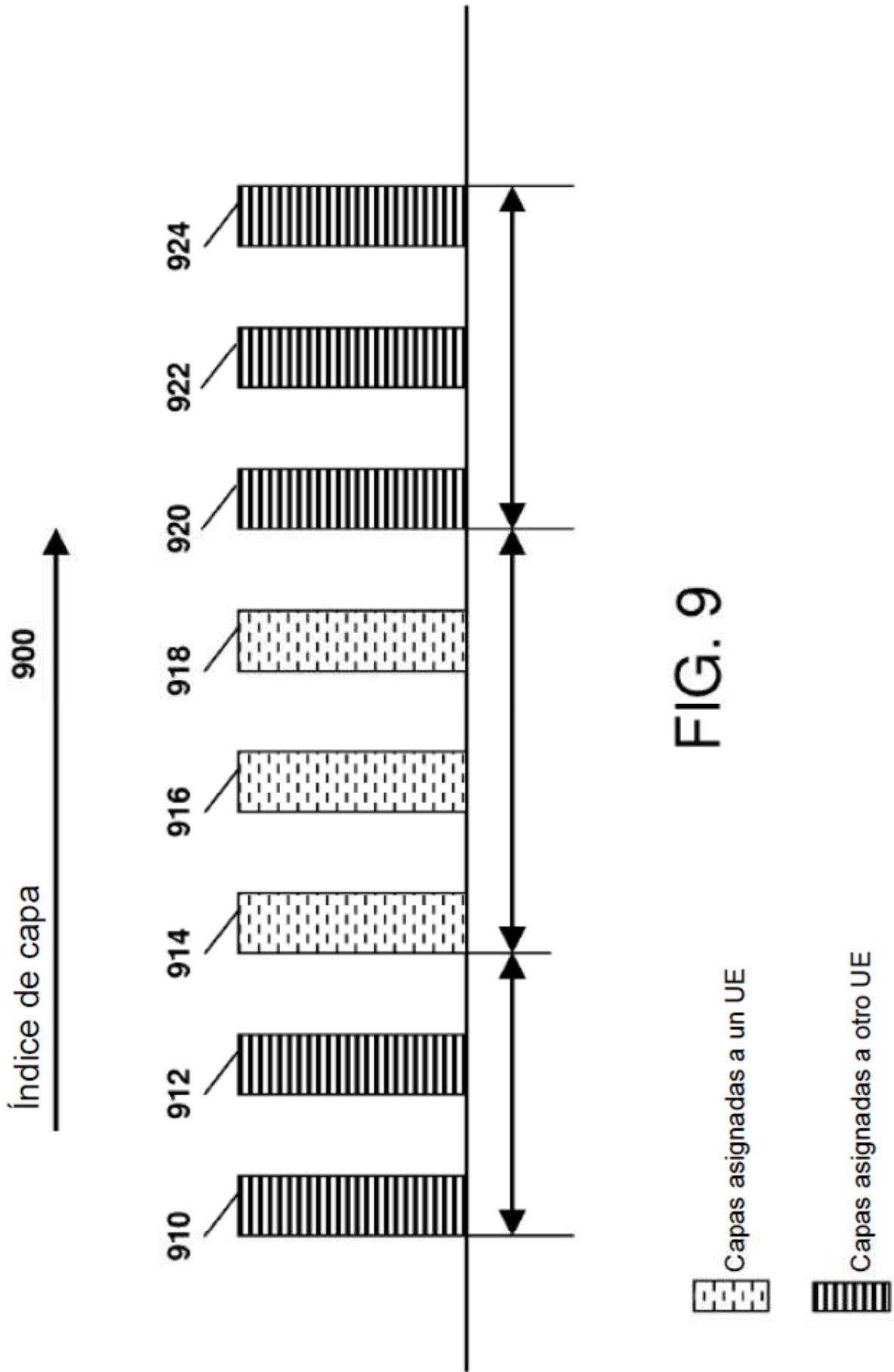


FIG. 9

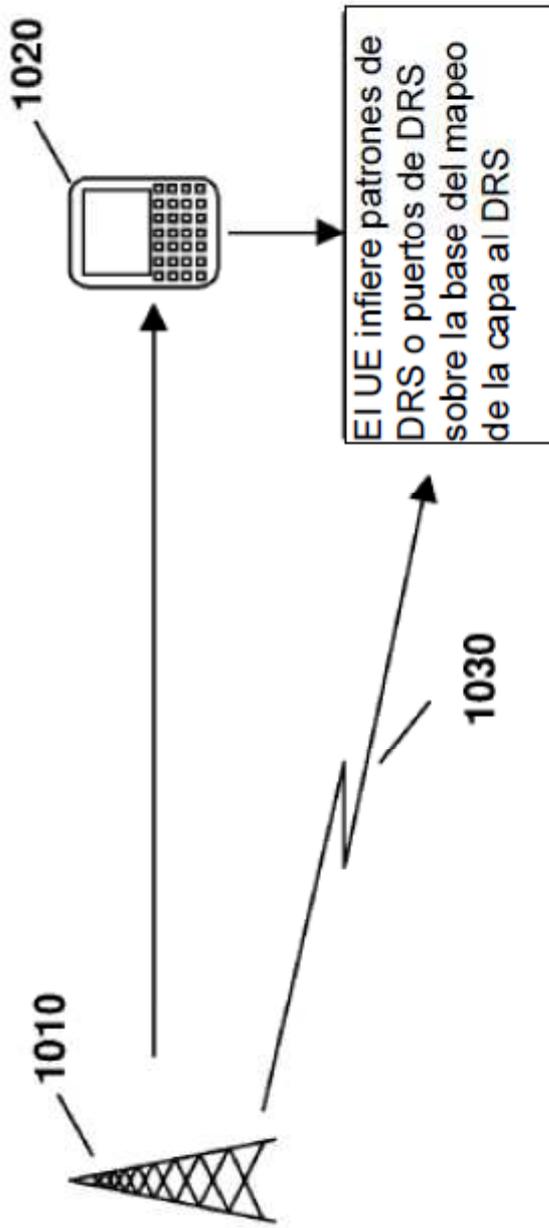


FIG. 10

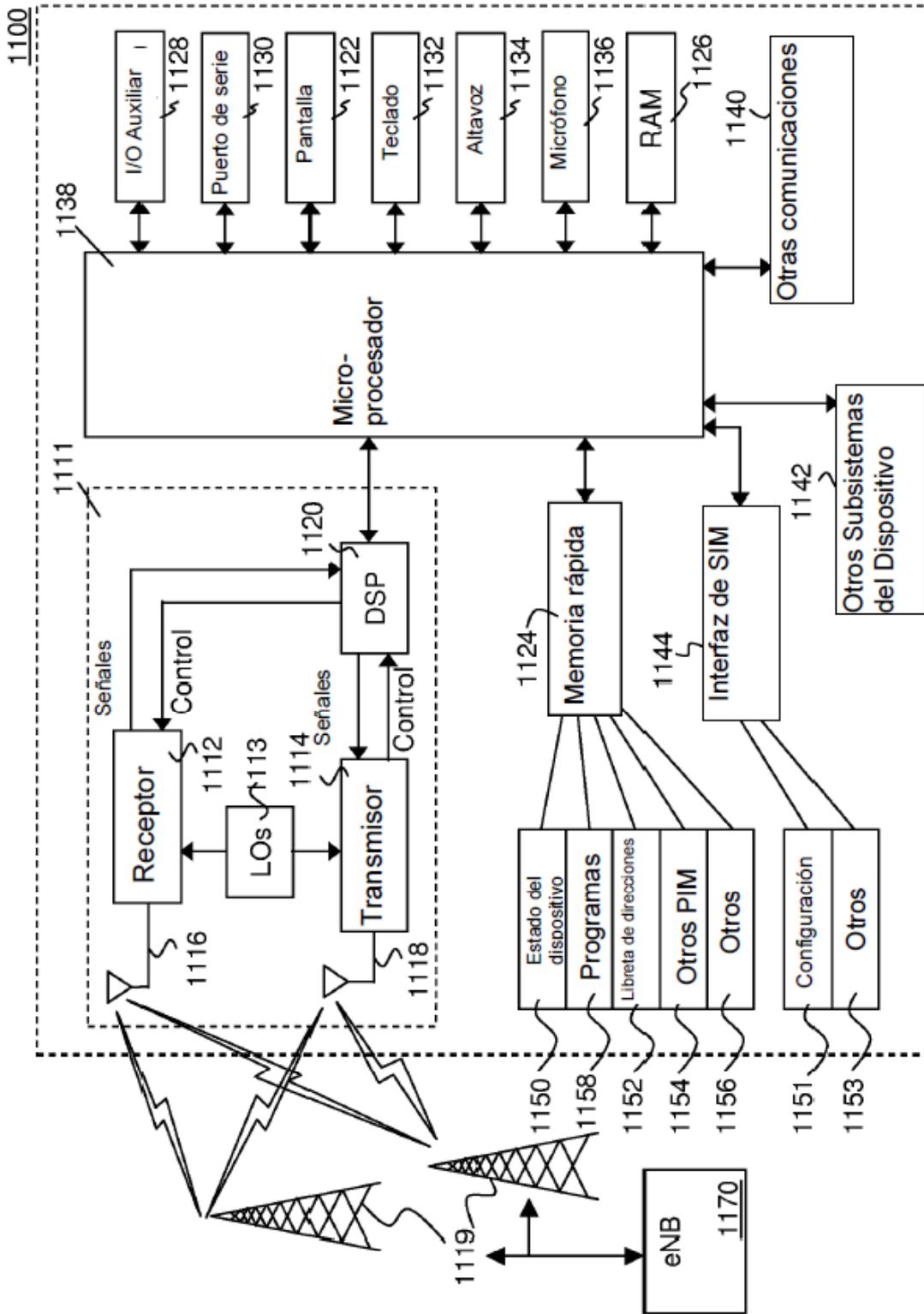


FIG. 11