

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 623 103**

51 Int. Cl.:

H04W 72/04 (2009.01)

H04J 11/00 (2006.01)

H04L 25/03 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.01.2011 PCT/KR2011/000120**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.07.2011 WO11084009**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.01.2011 E 11731947 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.03.2017 EP 2522189**

54 Título: **Procedimiento y aparato para mapear/demapear recursos en un sistema de comunicación inalámbrica**

30 Prioridad:

29.09.2010 KR 20100094810
08.01.2010 KR 2010001596

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.07.2017

73 Titular/es:

SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. (100.0%)
129, Samsung-ro, Yeongtong-gu
Suwon-si, Gyeonggi-do, 443-742, KR

72 Inventor/es:

KIM, SUNG TAE;
KIM, YOUN SUN;
HAN, JIN KYU y
LEE, IN HO

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 623 103 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

Procedimiento y aparato para mapear/demapear recursos en un sistema de comunicación inalámbrica

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a comunicaciones inalámbricas. Más particularmente, la presente invención se refiere a un procedimiento y aparato para el mapeo/demapeo de recursos eficientemente en un sistema de comunicación inalámbrica.

Antecedentes de la técnica

10 La mayoría de sistemas de comunicación inalámbrica evolucionados de 3ª generación, incluyendo Evolución a Largo Plazo (LTE) de Proyecto Común de Tecnologías Inalámbricas de la 3ª Generación (3GPP), LTE-Avanzada (LTE-A) de 3GPP, y 802.16m de Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), han adoptado Multiplexación por División Ortogonal de Frecuencia (Acceso Múltiple) (OFDM(A)) como un esquema de acceso múltiple de multi-portadoras.

15 En el enlace descendente de un sistema de comunicación inalámbrica que adopta acceso múltiple de multi-portadoras, una estación base (por ejemplo, Nodo B evolucionado (eNB)) asigna recursos a un terminal (por ejemplo, Equipo de Usuario (UE) y Estación Móvil (MS)) para transmisión de datos en unidades de un bloque de recursos (RB) que se compone de una pluralidad de subportadoras y una pluralidad de símbolos de OFDM.

20 En transmisión, la estación base puede usar multiplexación espacial y diversidad de transmisión. En una LTE de 3GPP o sistema de LTE-A, diversidad de transmisión incluye aplicar precodificación a palabras de código mapeadas a capas individuales y mapear palabras de código precodificadas a los elementos de recursos (RE) de los RB asignados a los correspondientes terminales. En el sistema de LTE-A de 3GPP, se introducen una señal de referencia de demodulación (DM-RS), para la demodulación, en los UE, la señal recibida y una Señal de Referencia de Información de Estado de Canal (CSI-RS), para la medición del estado de canal.

Un procedimiento de agrupamiento de bloque de recursos, RB, se conoce del documento WO 2011/056016.

Divulgación de la invención

25 **Problema técnico**

Sin embargo, estas señales de referencia no se están usando en el sistema de LTE de 3GPP. Con la introducción de la DM-RS y CSI-RS, las ubicaciones de recursos para transmisión de datos se cambian en comparación con el sistema de LTE convencional y, como consecuencia, la precodificación y mapeo de recursos diseñados para su uso en el sistema de LTE para diversidad de transmisión no pueden aplicarse al sistema de LTE-A sin degradación de rendimiento.

Solución al problema

35 Un aspecto de la presente invención es abordar al menos los problemas y/o desventajas anteriormente mencionados y para proporcionar al menos las ventajas descritas a continuación. Por consiguiente un aspecto de la presente invención es proporcionar un procedimiento de mapeo/demapeo de recursos y aparato que es capaz de superar el problema de degradación de rendimiento de decodificación provocado por los símbolos emparejados precodificados que se mapean a elementos de recursos colocados muy separados entre sí en un bloque de recursos.

40 De acuerdo con un aspecto, se proporciona un procedimiento de mapeo de recursos de un transmisor en un sistema de comunicación inalámbrica. El procedimiento incluye precodificar pares de símbolos, disponer los pares de símbolos precodificados vecinamente en un bloque de recursos y transmitir los pares de símbolos precodificados en el bloque de recursos.

45 De acuerdo con otro aspecto, se proporciona un procedimiento de demapeo de recursos de un receptor en un sistema de comunicación inalámbrica. El procedimiento incluye demapear, cuando se recibe una señal, pares de símbolos precodificados en un bloque de recursos asignados al receptor de acuerdo con una regla de mapeo, estando los símbolos precodificados dispuestos vecinamente en el bloque de recursos y decodificar los pares de símbolos precodificados de acuerdo con un esquema de precodificación de símbolos emparejados.

50 De acuerdo con otro aspecto, se proporciona un aparato de mapeo de recursos de un transmisor en un sistema de comunicación inalámbrica. El aparato incluye un selector de pares de precodificación para la selección de pares de símbolos, un precodificador para la precodificación de los pares de símbolos seleccionados, un mapeador de elementos de recursos para la disposición de los pares de símbolos precodificados en un bloque de recursos y un generador de símbolos de Multiplexación por División Ortogonal de Frecuencia (OFDM) para la realización de modulación de OFDM en los pares de símbolos dispuestos y para la transmisión de los símbolos de OFDM a través de antenas.

De acuerdo con aún otro aspecto, se proporciona un aparato de demapeo de recursos de un receptor en un sistema de comunicación inalámbrica. El aparato incluye un demapeador de elementos de recursos para el demapeo de, cuando se recibe una señal, pares de símbolos precodificados en un bloque de recursos asignados al receptor de acuerdo con una regla de mapeo, estando los símbolos precodificados dispuestos vecinamente en el bloque de recursos, y un decodificador de símbolos para la decodificación de los pares de símbolos precodificados de acuerdo con un esquema de precodificación de símbolos emparejados.

Otros aspectos, ventajas y características sobresalientes de la invención serán evidentes para los expertos en la materia a partir de la siguiente descripción detallada, que, tomada en conjunción con los dibujos adjuntos, desvela realizaciones ilustrativas de la invención.

Efectos ventajosos de la invención

Entre los anteriormente mencionados procedimientos ilustrativos, el sistema de LTE-A puede operar con un procedimiento fijo, todos ellos selectivamente o una combinación de al menos dos de ellos. Excepto para el caso de la utilización del procedimiento fijo, el eNB notifica al UE el procedimiento de mapeo de recursos aplicado para la transmisión por medio de una señal de control de capa física o una señal de control de capa superior. Por consiguiente, el usuario puede recibir las señales con un procedimiento adecuado de mapeo de recursos.

Breve descripción de los dibujos

Los anteriores y otros aspectos, características y ventajas de la presente invención serán más evidentes a partir de la siguiente descripción en conjunción con los dibujos adjuntos, en los que:

la Figura 1 es un diagrama que ilustra disposiciones de señales de referencia comunes para su uso en un sistema de Evolución a Largo Plazo (LTE) de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención;

la Figura 2 es un diagrama que ilustra disposiciones de Señales de Referencia de Demodulación (DM-RS) para su uso en un sistema de LTE-Avanzada (LTE-A) de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención;

las Figuras 3 y 4 son diagramas que ilustran disposiciones de símbolos precodificados mapeados a Elementos de Recursos (RE) en un sistema de comunicación de acuerdo con la técnica relacionada;

las Figuras 5 a 11 son diagramas que ilustran un principio de un procedimiento para el mapeo de pares de símbolos precodificados a elementos de recursos de acuerdo con una primera realización ilustrativa de la presente invención;

las Figuras 12 y 13 son diagramas que ilustran disposiciones de símbolos precodificados mapeados a RE en Bloques de Recursos (RB) de acuerdo con una segunda realización ilustrativa de la presente invención;

la Figura 14 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un transmisor de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención;

la Figura 15 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un receptor de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención;

la Figura 16 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de mapeo de elementos de recursos de un transmisor de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención;

la Figura 17 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de demapeo de elementos de recursos de un receptor de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención;

la Figura 18 es un diagrama que ilustra disposiciones de Señales de Referencia de Información de Estado de Canal en bloques de recursos usados en un sistema de LTE de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención;

la Figura 19 es un diagrama que ilustra un principio de mapeo de símbolo emparejado precodificado en un sistema de LTE de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención;

la Figura 20 es un diagrama que ilustra disposiciones ilustrativas de símbolos emparejados precodificados cuando el número de puertos de antena de Señal de Referencia Común (CRS) es 2 y el número de puertos de antena de Señal de Referencia de Información de Estado de Canal (CSI-RS) es 1 en un sistema de LTE-A de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención;

la Figura 21 es un diagrama que ilustra disposiciones ilustrativas de símbolos emparejados precodificados cuando el número de puertos de antena CRS es 2 y el número de puertos de antena CSI-RS es 2 en un sistema de LTE-A de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención;

la Figura 22 es un diagrama que ilustra disposiciones ilustrativas de símbolos emparejados precodificados cuando el número de puertos de antena CRS es 4 y el número de puertos de antena CSI-RS es 1 en un sistema de LTE-A de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención;

la Figura 23 es un diagrama que ilustra disposiciones ilustrativas de símbolos emparejados precodificados cuando el número de puertos de antena CRS es 4 y el número de puertos de antena CSI-RS es 2 en un sistema de LTE-A de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención;

la Figura 24 es un diagrama que ilustra una disposición de símbolos emparejados precodificados cuando el número de puertos de antena CRS es 2 y el número de puertos de antena CSI-RS es 1 en un sistema de LTE-A de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención;

la Figura 25 es un diagrama que ilustra disposiciones de símbolos emparejados precodificados cuando el número de puertos de antena CRS es 2 y el número de puertos de antena CSI-RS es 2 en un sistema de LTE-A de

acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención;

la Figura 26 es un diagrama que ilustra disposiciones de símbolos emparejados precodificados cuando el número de puertos de antena CRS es 4 y el número de puertos de antena CSI-RS es 1 en un sistema de LTE-A de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención;

5 la Figura 27 es un diagrama que ilustra disposiciones de símbolos emparejados precodificados cuando el número de puertos de antena CRS es 4 y el número de puertos de antena CSI-RS es 2 en un sistema de LTE-A de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención;

la Figura 28 es un diagrama que ilustra una disposición de símbolos sin precodificar cuando el número de puertos de antena CRS es 2 y el número de puertos de antena CSI-RS es 1 en un sistema de LTE-A de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención;

10 la Figura 29 es un diagrama que ilustra una disposición de símbolos sin precodificar cuando el número de puertos de antena CRS es 2 y el número de puertos de antena CSI-RS es 2 en un sistema de LTE-A de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención;

la Figura 30 es un diagrama que ilustra una disposición de símbolos sin precodificar cuando el número de puertos de antena CRS es 4 y el número de puertos de antena CSI-RS es 1 en un sistema de LTE-A de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención;

15 la Figura 31 es un diagrama que ilustra una disposición de símbolos sin precodificar cuando el número de puertos de antena CRS es 4 y el número de puertos de antena CSI-RS es 2 en un sistema de LTE-A de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención; y

20 la Figura 32 es un diagrama que ilustra una disposición de símbolos inter precodificados mediante OFDM en un sistema de LTE-A de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención.

Modo para la invención

La siguiente descripción con referencia a los dibujos adjuntos se proporciona para ayudar en un entendimiento comprensivo de realizaciones ilustrativas de la invención como se define mediante las reivindicaciones y sus equivalentes. Incluye diversos detalles específicos para ayudar en ese entendimiento pero estos deben considerarse como meramente ilustrativos. Por consiguiente, los expertos en la materia reconocerán que pueden hacerse diversos cambios y modificaciones de las realizaciones descritas en el presente documento sin alejarse del ámbito de la invención. Además, pueden omitirse descripciones de funciones y construcciones bien conocidas para claridad y concisión.

25 Diversidad de transmisión es una técnica usada para mejorar el rendimiento de recepción mediante la transmisión de una señal en múltiples canales para superar el desvanecimiento multirayectoria.

En un sistema de Evolución a Largo Plazo (LTE), Codificación de Bloques de Espacio-Frecuencia (SFBC) y Diversidad de Transmisión de Conmutación de Frecuencia (FSTD) se usan como técnicas de diversidad de transmisión. Para aplicar estas técnicas de diversidad de transmisión, se asignan símbolos de modulación a cada capa y precodifican para diversidad de transmisión y a continuación símbolos precodificados se mapean a elementos de recursos. Los símbolos precodificados se mapean a elementos de recursos que no están ocupados por un Canal Físico de Difusión (PBCH), una señal de sincronización, una señal de referencia o un Canal de Control de Enlace Descendente Físico (PDCCH) del bloque de recursos asignado al correspondiente Equipo de Usuario (UE). Los símbolos precodificados se mapean en orden de preferencia de frecuencia, es decir, desde la primera subportadora del primer símbolo de Multiplexación por División Ortogonal de Frecuencia (OFDM) en dirección de frecuencia y, si los recursos de los primeros símbolos de OFMD están completamente asignados, a continuación desde la primera subportadora del bloque de recursos del siguiente símbolo de OFDM.

35 En un sistema de LTE-Avanzada (LTE-A), posiciones de elementos de recursos para la transmisión de datos de LTE-A son diferentes debido a la recientemente introducida DM-RS en comparación con el sistema de LTE. Por consiguiente, en caso de que la precodificación y mapeo de recursos diseñados para lograr la diversidad de transmisión en el sistema de LTE se apliquen al sistema de LTE-A sin modificación, el rendimiento de transmisión se degrada. La razón de la degradación de rendimiento se analiza en el presente documento.

Como se ha mencionado anteriormente, el sistema de LTE de Proyecto Común de Tecnologías Inalámbricas de la 3ª Generación (3GPP) usa la SFBC y FSTD para diversidad de transmisión con la suposición de que se usan 2 o 4 antenas de transmisión.

50 La SFBC es un tipo de eje de frecuencia de Código de Bloque de Espacio Tiempo (STBC) que también se conoce como un código Alamouti. La SFBC se compone de flujos de desviación de transmisión ortogonales y diseñados para obtener Relación Señal-Ruido (SNR) óptima en un receptor lineal. Un código ortogonal de este tipo existe únicamente con dos antenas de transmisión. En el sistema de LTE, la transmisión de SFBC se configura como la Figura Matemática 1 de tal forma que los símbolos se transmiten en un par de subportadoras adyacentes a través de dos puertos de antena.

Figura Matemática 1

[Mat. 1]

$$\begin{bmatrix} y^{(0)}(1) & y^{(0)}(2) \\ y^{(1)}(1) & y^{(1)}(2) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 \\ -x_2^* & x_1^* \end{bmatrix}$$

En la ecuación (1),

$$y^{(p)}(k)$$

indica el símbolo transmitido en la $k^{\text{ésima}}$ subportadora en el $p^{\text{ésimo}}$ puerto de antena.

- 5 El código ortogonal usado en la SFBC no existe para una configuración de antena mayor de 2x2. En un sistema de LTE que usa 4 antenas de transmisión, se usan SFBC y FSTD en combinación como se muestra en Figura Matemática 2:

Figura Matemática 2

[Mat. 2]

$$\begin{bmatrix} y^{(0)}(1) & y^{(0)}(2) & y^{(0)}(3) & y^{(0)}(4) \\ y^{(1)}(1) & y^{(1)}(2) & y^{(1)}(3) & y^{(1)}(4) \\ y^{(2)}(1) & y^{(2)}(2) & y^{(2)}(3) & y^{(2)}(4) \\ y^{(3)}(1) & y^{(3)}(2) & y^{(3)}(3) & y^{(3)}(4) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & x_3 & x_4 \\ -x_2^* & x_1^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -x_4^* & x_3^* \end{bmatrix}$$

- 10 Para demodular en el sistema de comunicación inalámbrica, es necesario estimar el entorno de canal que ha experimentado la señal recibida. En LTE y LTE-A de 3GPP, para este fin se usan una Señal de Referencia Común (CRS) y una Señal de Referencia de Demodulación (DM-RS).

La Figura 1 es un diagrama que ilustra disposiciones de señales de referencia comunes para su uso en un sistema de LTE de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención.

- 15 Haciendo referencia a la Figura 1, la CRS es una señal de referencia transmitida a todos los UE dentro de la celda de un correspondiente Nodo B evolucionado (eNB) en un sistema de LTE. La CRS se usa para la creación de información de estado de canal y la demodulación de la señal recibida. Como se muestra en las partes (a), (b) y (c) de la Figura 1, los bloques de recursos (RB) se diseñan de forma diferente dependiendo del número de puertos de antena y cada RB incluye los elementos de recursos (RE) que transportan las CRS.

- 20 La Figura 2 es un diagrama que ilustra disposiciones de Señales de Referencia de Demodulación (DM-RS) para su uso en un sistema de LTE-A de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención.

Haciendo referencia a la Figura 2, la DM-RS se transmite como precodificada por bloque de recursos en separación de la señal de demodulación de información de estado de canal y distinguida entre capas de transmisión para ser capaz de usarse con múltiples antenas y demodularse por el UE asignado al correspondiente bloque de recursos y correspondiente transmisión de capa. La DM-RS se usa para demodular la señal recibida. Las partes (a) y (b) de la Figura 2 muestran los RB para diferentes números de puertos de antena y cada bloque de recursos incluye los RE que transportan las DM-RS.

- 25 Como se muestra en la Figuras 1 y 2, el cambio de las posiciones de los RE que transportan la CRS y DM-RS provocan el cambio de los RE que transportan datos en el PDCCH en los sistemas LTE y LTE-A.

- 30 En lo sucesivo se hace una descripción de la disposición de RE que transportan los símbolos precodificados.

En el sistema de LTE, los símbolos de modulación se precodifican y a continuación se mapean a los RE del RB asignado a un correspondiente UE. En este momento, los símbolos precodificados se mapean a los RE del RB de acuerdo con las siguientes reglas.

En primer lugar, los símbolos precodificados no se mapean a RB que transportan un PBCH, una señal de

sincronización o una señal de referencia.

Segundo, los símbolos precodificados no se mapean a símbolos de OFDM de un canal de control tal como un PDCCH.

5 En estas circunstancias, la asignación de recursos se realiza comenzando por la subportadora que tiene el índice más bajo en el primer símbolo de OFDM mediante el incremento de índice de subportadora. Si se alcanza la subportadora con último índice en el RB asignado, la asignación de recursos se reinicia a partir de la subportadora con el índice más bajo en el siguiente símbolo de OFDM. Es decir, la asignación de recursos se realiza en unidades de RE de abajo a arriba y de izquierda a derecha.

10 En el sistema de LTE, los símbolos precodificados se mapean a un RB en orden de preferencia de frecuencia como se ha descrito anteriormente.

Las Figuras 3 y 4 son diagramas que ilustran disposiciones de símbolos precodificados mapeados a RE en un sistema de comunicación de acuerdo con la técnica relacionada.

15 Haciendo referencia a las Figuras 3 y 4, los símbolos precodificados se mapean a los RE en el procedimiento anteriormente mencionado. En el ejemplo de las Figuras 3 y 4, se asume que el RB asignado al receptor se compone de n subportadoras. Por simplicidad, las subportadoras se indexan con 0 a $n-1$ de abajo a arriba de tal forma que los símbolos precedentes se mapean en este orden en el RB. También, los símbolos de OFDM se indexan en orden de m y $m+1$ de izquierda a derecha de tal forma que los símbolos precodificados se mapean en este orden.

20 En el sistema de LTE, diversidad de transmisión es a base de la SFBC. Por consiguiente, para aplicar diversidad de transmisión, el número de símbolos precodificados debe ser el doble que el número de RE. También, de acuerdo con la suposición básica para la aplicación de la SFBC, los símbolos emparejados tienen que experimentar los mismos o muy similares entornos de canal. Por consiguiente, se prefiere mapear el símbolo emparejado a los RE adyacentes. La parte (a) de la Figura 3 muestra un caso ilustrativo en el que los símbolos emparejados se disponen en un símbolo de OFDM que transporta CRS. En más detalle, los símbolos precodificados se mapean a los RE en orden, evitando las subportadoras (indexadas mediante 0, 3, 6, 9, ..., $n-12$, $n-9$, $n-6$ y $n-3$) que transportan las CRS, en el segundo símbolo de OFDM indexado mediante $m+1$. Las líneas de puntos y líneas continuas indican el emparejamiento de los símbolos precodificados. De esta manera, el sistema de LTE dispone los símbolos emparejados precodificados mediante SFBC en las subportadoras adyacentes.

30 Aunque la CRS del sistema de LTE todavía se usa, una nueva señal de referencia, es decir DM-RS, se introduce en el sistema de LTE-A. Con el uso de la nueva señal de referencia, la diversidad de transmisión y mapeo de recursos diseñados para el sistema de LTE no puede aplicarse al sistema de LTE-A sin degradación de rendimiento de demodulación. Esto es porque el número de RE vacíos que pueden mapearse a los símbolos precodificados es un número impar en un símbolo de OFDM. Una descripción más detallada se hace en el presente documento con referencia a las partes (b), (c) y (d) de la Figura 3.

35 Las partes (b) y (c) de la Figura 3 muestran casos ilustrativos de un sistema de LTE-A en el que los símbolos precodificados se mapean a RE disponibles en la misma manera que el sistema de LTE cuando un número de bloques de recursos es impar y par y con el número de puertos de antena siendo menor que o igual a 2. La parte (d) de la Figura 3 muestra un caso ilustrativo de símbolos precodificados mapeados a RE disponibles en la misma manera que el sistema de LTE cuando un número de puertos de antena es igual a o menor que 3. En este documento, los símbolos emparejados precodificados mediante SFBC se conectan a través de líneas continuas o de puntos.

45 En caso de que se asigne un número impar de RB, cuando los símbolos precodificados mediante SFBC se mapean en la misma manera que el sistema de LTE, el símbolo precodificado mediante SFBC dispuesto en la última subportadora disponible en el primer símbolo de OFDM que transporta las DM-RS se empareja con el símbolo precodificado mediante SFBC dispuesto en la primera subportadora disponible en el siguiente símbolo de OFDM que transporta las DM-RS, resultando en dificultad de correcta demodulación. Como se muestra en la parte (b) de la Figura 3, los símbolos emparejados mapeados al RE $(m, n-2)$ definidos en la segunda última subportadora en el primer símbolo de OFDM y al RE $(m+1, 0)$ en la primera subportadora en el segundo símbolo de OFDM son probables que incurran en error en procedimiento de demodulación. Los dos símbolos emparejados se conectan a través de una línea de puntos.

55 Mientras tanto, incluso aunque existe un número par de RE vacíos en la OFDM que transporta las DM-RS, si los RE vacíos son continuos y el número de RE vacíos no es un cuadrado de 2 como el caso en el que dos bloques de recursos se asignan o el número de puertos de antena es tres, los símbolos emparejados se espacian separados por tantas como 1 o más subportadoras en el eje de frecuencia, resultando en degradación de rendimiento de demodulación de SFBC. Este problema sucede independientemente del número de bloques de recursos asignados o el número de puertos de antena. El par de RE $\{(m, 0), (m, 2)\}$ en la parte (a) de la Figura 3, los pares de RE $\{(m, 0), (m, 2)\}$ y $\{(m+1, 0), (m+1, 2)\}$ en la parte (c) de la Figura 3 y los pares de RE $\{(m, 4), (m, 7)\}$ y $\{(m+1, 4), (m+1, 7)\}$ en la parte (d) de la Figura 3 son los ejemplos representativos.

Como se ha mencionado anteriormente, la razón por la que la degradación de rendimiento de la diversidad de transmisión sucede en el sistema de LTE-A es porque los símbolos emparejados precodificados mediante SFBC no se disponen en elementos de recursos adyacentes debido a la recientemente introducida DM-RS.

5 En lo sucesivo se hace una descripción de un procedimiento para la disposición de símbolos emparejados precodificados de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención.

De acuerdo con realizaciones ilustrativas de la presente invención, se proponen dos enfoques para abordar el problema anteriormente mencionado. El primero es seleccionar de nuevo los símbolos emparejados precodificados. El segundo es cambiar el orden de disposición de los símbolos precodificados. El primer enfoque se describe como la primera realización ilustrativa y el último enfoque como la segunda realización ilustrativa.

10 Primera realización ilustrativa

Las Figuras 5 a 11 son diagramas que ilustran un principio de un procedimiento para el mapeo de pares de símbolos precodificados a elementos de recursos de acuerdo con la primera realización ilustrativa de la presente invención.

15 Para simplificar la explicación, las Figuras 5 a 11 se representan bajo la suposición de que el número de subportadoras en un símbolo de OFDM de un bloque de recursos asignado, mediante un transmisor, a un receptor es n , que es similar a la descripción con referencia a las Figuras 3 y 4. Las subportadoras se indexan de abajo a arriba del bloque de recursos en orden de 0 a $n-1$. Mientras tanto, los símbolos de OFDM se indexan de izquierda a derecha en orden de m y $m+1$.

20 El procedimiento de mapeo de símbolos de acuerdo con la primera realización ilustrativa puede incluir tres esquemas: 1) silenciar algunas subportadoras para no transportar símbolos de datos, 2) transmitir símbolos que no se precodifican mediante SFBC en algunas subportadoras y 3) precodificar entre símbolos de OFDM adyacentes en algunas subportadoras.

En primer lugar, se hace una descripción de un procedimiento ilustrativo de silenciar algunas subportadoras para no transportar símbolos de datos.

25 En caso de SFBC, si los canales experimentados mediante los símbolos emparejados están espaciados muy separados, es probable que suceda un error de modulación. En ese caso, el símbolo erróneamente demodulado provoca degradación de rendimiento en decodificación de código turbo. Por consiguiente, realizaciones ilustrativas de la presente invención proponen un procedimiento para el silenciamiento de transmisión de símbolos de datos en una posición específica para evitar errores provocados por pares emparejados que están muy separados.

30 Haciendo referencia a las partes (a) y (b) de la Figura 5, cuando el número de puertos de antena es igual a o menor que 2 y el número de bloques de recursos asignados es un número impar, el transmisor puede no mapear ningún símbolo de datos a un elemento de recurso en cada símbolo de OFDM que transporta la DM-RS en los bloques de recursos asignados. Como se muestra en la Figura 5, no se mapea ningún símbolo de datos a los elementos de recursos $(m, 0)$ y $(m+1, 0)$ de la parte (a) y los elementos de recursos $(m, n-2)$ y $(m+1, 0)$ de la parte (b). Configurando de tal forma que un número de subportadoras portando los símbolos de datos precodificados mediante SFBC en el intervalo de un bloque de recursos asignado se convierte en un número par de la manera anteriormente mencionada, puede evitarse el error de demodulación provocado por los símbolos emparejados que están muy separados.

40 En este documento, la posición en la que la correspondiente subportadora debe silenciarse puede colocarse en cualquiera de los elementos de recursos vacíos que no transportan las señales de referencia, PBCH, o señales de sincronización, en el intervalo del bloque de recursos asignado, en cada símbolo de OFDM que transporta las DM-RS en vez de fijos como en las partes (a) y (b) de la Figura 5. Pueden seleccionarse diferentes subportadoras para silenciarse en los símbolos de OFDM que tienen las DM-RS.

45 Haciendo referencia a la parte (a) de la Figura 6, cuando el número de puertos de antena es igual a o menor que 2, el transmisor puede silenciar una subportadora con el índice más bajo en cada símbolo de OFDM que transporta la DM-RS por bloque de recursos independientemente del número de bloques de recursos asignados. En la parte (a) de la Figura 6, los elementos de recursos $(m, 0)$ y $(m+1, 0)$ se silencian de tal forma que símbolos de datos no se transmiten en estos elementos de recursos.

50 Haciendo referencia a las Figuras 7 y 8, cuando el número de puertos de antena es igual a o mayor que 3, el transmisor puede silenciar la misma subportadora a través de los dos símbolos de OFDM entre los dos pares de grupos multiplexados por división de código independientemente del número de bloques de recursos asignados para evitar el error de demodulación y eliminar la causa del problema de degradación de rendimiento de decodificación.

Como se muestra en la Figura 7, el silenciamiento puede colocarse en la misma subportadora en dos símbolos de OFDM contiguos que transportan la DM-RS. Por ejemplo, en la parte (a) de la Figura 7, los elementos de recursos $(m, 4)$ y $(m+1, 4)$ se colocan en la misma subportadora.

Como se muestra en la Figura 8, el silenciamiento puede colocarse en diferentes subportadoras en dos símbolos de OFDM contiguos. Por ejemplo, en la parte (a) de la Figura 8, los elementos de recursos $(m, 4)$ y $(m+1, 2)$ se colocan en diferentes subportadoras. También, el silenciamiento puede colocarse en la misma subportadora en el mismo bloque de recursos y en diferentes subportadoras en un bloque de recursos diferente. Por ejemplo, en la parte (c) de la Figura 8, los elementos de recursos $(m, 2)$ y $(m+1, 2)$ se sitúan en las mismas posiciones en un bloque de recursos (RB 0) y, también en la parte (c) de la Figura 8, los elementos de recursos $(m, n-5)$ y $(m+1, n-3)$ se sitúan en diferentes posiciones en el bloque de recursos diferente (RB N-1).

Sin embargo, la posición de la subportadora en la que se sitúa el silenciamiento no se limita a los casos como se muestran en la Figuras 7 y 8. Es decir, el procedimiento incluye todas las combinaciones que cumplen las condiciones de que únicamente se silencia una subportadora, excepto por las dos subportadoras contiguas entre los dos pares de grupos de DM-RS multiplexadas por división de código.

En todos los procedimientos anteriormente mencionados, la subportadora silenciada puede transportar o no cualquiera de Señal de Referencia de Información de Estado de Canal (CSI-RS) y otra señal de control (excepto por el símbolo de datos).

Al menos uno de los procedimientos de silenciamiento de subportadora puede soportarse por el sistema de LTE-A. En caso de que se soporten dos o más procedimientos, se requiere notificar al receptor el procedimiento a usar usando una señal de control de capa física o una señal de control de capa superior. Con la notificación sobre el procedimiento de silenciamiento a usar, el receptor conoce las posiciones silenciadas y las posiciones en las que se transmiten otras señales así como las posiciones de símbolos precodificados.

En este momento, si una señal distinta del símbolo precodificado se transmite a la posición correspondiente, el receptor realiza demodulación en los elementos de recursos únicamente en la posición correspondiente con el procedimiento apropiado para la señal correspondiente y en elementos de recursos que transportan símbolos de datos precodificados de forma separada. En caso de que no se transmita nada, la posición correspondiente se establece a 0 para demodularse junto con los símbolos de datos precodificados o se excluye cuando los símbolos de datos precodificados se demodulan.

Segundo, se hace una descripción de un procedimiento ilustrativo para la transmisión de símbolos que no se precodifican mediante SFBC en algunas subportadoras.

En SFBC, los símbolos emparejados precodificados que están espaciados muy separados provocan error de demodulación. Además, los símbolos demodulados erróneamente resultan en degradación de rendimiento para decodificación de código turbo. Para evitar el error de demodulación, realizaciones ilustrativas de la presente invención proponen un procedimiento para transmitir símbolos de datos que no se precodifican mediante SFBC en posiciones específicas.

Haciendo referencia a las partes (c) y (d) de la Figura 5, cuando el número de puertos de antena es igual a o menor que 2 y se asigna un número impar de bloques de recursos, el transmisor puede transmitir un símbolo de datos sin precodificar en un elemento de recurso en cada símbolo de OFDM que transporta la DM-RS. Es decir, los elementos de recursos $(m, 0)$ y $(m+1, 0)$ en la parte (c) de la Figura 5 y los elementos de recursos $(m, n-2)$ y $(m+1, 0)$ en la parte (d) de la Figura 5 pueden usarse para transmitir los símbolos de datos sin precodificar. Configurando de tal forma que un número de subportadoras portando los símbolos de datos precodificados mediante SFBC en el intervalo de un bloque de recursos asignado se convierte en un número par de la manera anteriormente mencionada, puede evitarse el error de demodulación provocado por los símbolos emparejados que están muy separados.

En este documento, la posición en la que se deben usar las correspondientes subportadoras para transportar el símbolo sin precodificar puede colocarse en cualquiera de los elementos de recursos vacíos que no transportan las señales de referencia, PBCH, o señales de sincronización, en el intervalo del bloque de recursos asignado, en cada símbolo de OFDM que transporta las DM-RS en vez de fijos como en las partes (c) y (d) de la Figura 5. Diferentes subportadoras puede seleccionarse para transportar los símbolos de datos sin precodificar en los símbolos de OFDM que tienen las DM-RS.

La siguiente descripción ilustra una situación cuando el número de puertos de antena es igual a o menor que 2 y el número de bloques de recursos asignados no es importante.

Haciendo referencia a la parte (b) de la Figura 6, cuando el número de puertos de antena es igual a o menor que 2, el transmisor puede transmitir los símbolos de datos no precodificados mediante SFBC en una subportadora que tiene el índice más bajo, por bloque de recursos, en cada símbolo de OFDM que tiene las DM-RS. Es decir, los elementos de recursos $(m, 0)$ y $(m+1, 0)$ en la parte (b) de la Figura 6 pueden usarse para transportar los símbolos de datos no precodificados mediante SFBC. De esta manera, es posible evitar el error de demodulación y degradación de rendimiento de decodificación.

La siguiente descripción ilustra una situación cuando el número de puertos de antena es igual a o mayor que 3 y el número de bloques de recursos asignados no es importante.

Haciendo referencia a las Figuras 9 y 10, cuando el número de puertos de antena es igual a o mayor que 3, el transmisor puede transmitir los símbolos sin SFBC de datos precodificados en la subportadora en dos símbolos de OFDM contiguos que tienen las DMRS entre dos pares de grupos de DM-RS multiplexadas por división de código en el intervalo del bloque de recursos asignado. De esta manera, es posible mejorar el rendimiento de decodificación.

- 5 Las posiciones de los elementos de recursos que transporta los símbolos de datos no precodificados mediante SFBC puede colocarse en la misma subportadora en dos símbolos de OFDM contiguos que tienen las DM-RS como se muestra en la Figura 9. Por ejemplo, los elementos de recursos $(m, 4)$ y $(m+1, 4)$ en la parte (a) de la Figura 9 ilustra un caso de este tipo.

- 10 Haciendo referencia a la Figura 10, el índice de subportadora del elemento de recurso que transporta el símbolo de datos sin precodificar puede cambiarse en los símbolos de OFDM como ilustran los elementos de recursos $(m, 4)$ y $(m+1, 2)$ en la parte (a) de la Figura 10. Adicionalmente, el índice de subportadora del elemento de recurso que transporta el símbolo de datos sin precodificar puede no cambiarse como ilustran los elementos de recursos $(m, 2)$ y $(m+1, 2)$ en bloque de recursos (RB 0) de la parte (c) o pueden cambiarse como ilustran los elementos de recursos $(m, n-5)$ y $(m+1, n-3)$ en el bloque de recursos (RB N-1) de la parte (c).

- 15 Sin embargo, las posiciones de las subportadoras para transportar los símbolos de datos sin precodificar no se limitan a las configuraciones como se representan en las Figuras 9 y 10. Es decir, el procedimiento ilustrativo incluye todas las combinaciones que cumplen las condiciones de que únicamente se usa una subportadora, excepto por las dos subportadoras contiguas entre los dos pares de grupos de DM-RS multiplexadas por división de código, para transportar los símbolos de datos no precodificados mediante SFBC.

- 20 Al menos uno de los procedimientos ilustrativos anteriormente mencionados para la transmisión de los símbolos de datos no precodificados mediante SFBC puede soportarse en el sistema de LTE-A. En el caso de que se usen dos o más procedimientos, el procedimiento a aplicar se notifica al receptor por medio de una señal de control de capa física o una señal de control de capa superior. Con la notificación sobre el procedimiento a usar, el receptor conoce las posiciones de los símbolos de datos no precodificados mediante SFBC para realizar decodificación SFBC en los
25 restantes símbolos precodificados mediante SFBC.

Tercero, se hace una descripción de un procedimiento ilustrativo de precodificación a través de símbolos de OFDM en algunas subportadoras.

- 30 En caso de SFBC, si los canales experimentados mediante los símbolos emparejados están espaciados muy separados, es probable que suceda un error de modulación y el símbolo erróneamente demodulado provoca degradación de rendimiento en decodificación de código turbo. Por consiguiente, realizaciones ilustrativas de la presente invención proponen un procedimiento para la precodificación de símbolos de datos en símbolos de OFDM adyacentes en vez de en el mismo símbolo de OFDM.

La siguiente descripción ilustra una situación cuando el número de puertos de antena es igual a o menor que 2 y se asigna un número impar de bloques de recursos.

- 35 Haciendo referencia a la parte (e) de la Figura 5, cuando el número de puertos de antena es igual a o menor que 2 y se asigna un número impar de bloques de recursos, el transmisor puede realizar precodificación de los símbolos de datos en los elementos de recursos de los símbolos de OFDM adyacentes que tienen la DM-RS en vez de en los elementos de recursos del mismo símbolo de OFDM. Por ejemplo, el transmisor puede realizar la precodificación de los símbolos de datos en los elementos de recursos $(m, 0)$ y $(m+1, 0)$ de dos símbolos de OFDM adyacentes como
40 se muestra en la parte (e) de la Figura 5 para ser emparejados. Configurando de tal forma que un número de subportadoras portando los símbolos de datos precodificados mediante SFBC en el intervalo de un bloque de recursos asignado se convierte en un número par de la manera anteriormente mencionada, puede evitarse el error de demodulación provocado por los símbolos emparejados que están muy separados.

- 45 La siguiente descripción ilustra una situación cuando el número de puertos de antena es igual a o menor que 2 y el número de bloques de recursos asignados no es importante.

- Haciendo referencia a la parte (c) de la Figura 6, cuando el número de puertos de antena es igual a o menor que 2, independientemente del número de bloques de recursos asignados, el eNB puede realizar precodificación en los
50 símbolos de datos en los elementos de recursos de dos símbolos de OFDM diferentes, en vez del mismo símbolo de OFDM, que tienen las DM-RS en la subportadora que tiene el índice más bajo en el intervalo del bloque de recursos asignado. Es decir, el transmisor realiza precodificación de los símbolos de datos en los elementos de recursos $(m, 0)$ y $(m+1, 0)$ y los elementos de recursos $(m, n-12)$ y $(m+1, n-12)$ de dos símbolos de OFDM adyacentes para ser emparejados, respectivamente. De esta manera, pueden abordarse el error de demodulación y problema de degradación de rendimiento de decodificación.

- 55 La siguiente descripción ilustra una situación cuando el número de puertos de antena es igual a o mayor que 3 y el número de bloques de recursos asignados no es importante.

Haciendo referencia a la Figura 11, cuando el número de antenas es igual a o mayor que 3, independientemente del

número de bloques de recursos asignados, el transmisor puede realizar precodificación en los símbolos de datos en los elementos de recursos de dos símbolos de OFDM diferentes, en vez del mismo símbolo de OFDM, que tienen las DM-RS en la misma subportadora, entre dos pares de grupos de DM-RS multiplexadas por división de código, en el intervalo del bloque de recursos asignado. De esta manera, el rendimiento de decodificación puede mejorarse.

5 Por ejemplo, los símbolos de datos se precodifican en los elementos de recursos $(m, 4)$ y $(m+1, 4)$ para ser emparejados como se muestra en las partes (a) y (b) de la Figura 11.

En este documento, las posiciones en que los símbolos de datos se precodifican en dos símbolos de OFDM adyacentes no se limitan a las representadas en la Figura 11. Es decir, el procedimiento ilustrativo incluye todas las combinaciones que cumplen las condiciones de que, excepto por las dos subportadoras contiguas entre los dos

10 pares de grupos de DM-RS multiplexadas por división de código, los símbolos de datos se precodifican en los elementos de recursos de los dos símbolos de OFDM contiguos en las mismas subportadoras.

Al menos uno de los procedimientos anteriormente mencionados para la precodificación de a través de símbolos de OFDM en algunas subportadoras puede soportarse en el sistema de LTE-A. En caso de que se soporte más de un procedimiento de precodificación, el procedimiento de precodificación a aplicar se notifica al receptor por medio de una señal de control de capa física o una señal de control de capa superior. Con la notificación sobre el procedimiento de precodificación a usar, el receptor conoce dónde se ha aplicado la precodificación SFBC a través de dos símbolos de OFDM adyacentes en vez de en el mismo símbolo de OFDM. Por consiguiente, el receptor puede decodificar los símbolos precodificados correctamente en los símbolos de datos.

15

Segunda realización ilustrativa

20 Las Figuras 12 y 13 son diagramas que ilustran disposiciones de símbolos precodificados mapeados a RE en RB de acuerdo con una segunda realización ilustrativa de la presente invención.

Para simplificar la explicación, las Figuras 12 y 13 se representan bajo la suposición de que el número de subportadoras de un único símbolo de OFDM de un RB asignado, mediante el transmisor, al receptor es n y un RB se compone de 14 símbolos de OFDM. Las subportadoras se indexan desde abajo hacia la parte superior del bloque de recursos en orden de 0 a $n-1$. Mientras tanto, los símbolos de OFDM se indexan de izquierda a derecha en orden de 0 a 13. Es decir, las subportadoras y los símbolos de OFDM se indexan en orden ascendente desde 0.

25

Entre los dos problemas anteriormente mencionados, el primer problema es probable que sea más significativo en vista de la degradación de rendimiento por elemento de recurso. Para abordar el primer problema, realizaciones ilustrativas de la presente invención proponen un procedimiento de mapeo de recursos diferente del procedimiento de mapeo de recursos usado en el sistema de LTE convencional.

30

El nuevo procedimiento de mapeo de recursos para el sistema de LTE-A se realiza bajo las siguientes condiciones.

En primer lugar, los símbolos de datos de PDSCH no se mapean a las posiciones que transporta PBCH, señales de sincronización y señales de referencia.

Segundo, los símbolos de datos de PDSCH no se mapean en los símbolos de OFDM que transportan PDCCH.

35 Los recursos se asignan bajo estas condiciones.

La parte (a) de la Figura 12 muestra la disposición de elementos de recursos en un sistema de LTE convencional y las partes (b) y (c) de la Figura 12 muestran las disposiciones de elementos de recursos de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención. Como se muestra en la Figura 12, el procedimiento de mapeo de recursos de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención asigna el recurso en una manera alternativa o en zigzag, es decir, en orden ascendente del índice de subportadora en un símbolo de OFDM y a continuación en orden descendente del índice de subportadora en el siguiente símbolo de OFDM. Las flechas de puntos muestran la dirección de la asignación de recursos.

40

Haciendo referencia a las partes (b) y (c) de la Figura 12, la asignación de recursos comienza desde la primera subportadora que tiene el índice más bajo en el primer símbolo de OFDM que sigue a la región de control (0, 3). Si la asignación de recursos se ha completado a la subportadora que tiene el mayor índice en el símbolo de OFDM ($n-1$, 3), la asignación de recursos se reinicia a partir de la subportadora que tiene el mayor índice en el siguiente símbolo de OFDM ($n-1$, 4) hacia la subportadora que tiene el índice más bajo (0, 4). Si la asignación de recursos se ha completado a la subportadora que tiene el índice más bajo en el símbolo de OFDM, la asignación de recursos se reinicia a partir de la subportadora que tiene el índice más bajo en el siguiente símbolo de OFDM (0, 5) hacia la última subportadora y esto se repite hasta que se alcanza el último símbolo de OFDM del bloque de recursos.

50

Aunque la asignación de recursos comienza en orden ascendente primero en las partes (a) y (b) de la Figura 12, la presente invención no se limita a la misma, es decir, la asignación de recursos también puede comenzar en orden descendente.

Haciendo referencia a la Figura 13, la dirección de asignación de recursos no se cambia para los símbolos de OFDM

que no tienen DMRS. Como se indica mediante las flechas de puntos en la Figura 13, la dirección de asignación de recursos se cambia para los símbolos de OFDM que tienen la DM-RS.

5 Como se muestra en la parte (a) de la Figura 13, en símbolos de OFDM que no tienen DM-RS, los símbolos precodificados se asignan un recurso del RE (0, 3) al RE (n-1, 3) y a continuación del RE (0, 4) al RE (N-1, 4) en orden ascendente. A continuación, en los símbolos de OFDM que tienen DM-RS, los símbolos precodificados se asignan un recurso del RE (0, 5) al RE (n-1, 5) en orden ascendente y a continuación del RE (n-1, 6) al RE (0, 6) en orden descendente.

10 También, realizaciones ilustrativas de la presente invención incluyen el procedimiento que cumplen las condiciones de que la asignación de recursos se realiza en una dirección idéntica en los símbolos de OFDM que no tienen DM-RS en ninguna configuración diferente de la mostrada en la Figura 13, pero en direcciones opuestas en los dos símbolos de OFDM contiguos que tienen DM-RS.

15 En el sistema de LTE-A, el mapeo de recursos puede realizarse únicamente con un nuevo procedimiento de asignación de recursos o con un nuevo procedimiento de asignación de recursos y un procedimiento convencional de asignación de recursos que depende selectivamente de la implementación. En caso de que se implementen tanto un nuevo procedimiento de asignación de recursos como un procedimiento selectivo de asignación de recursos, el procedimiento de asignación de recursos usado mediante el transmisor se notifica al receptor por medio de una señal de capa física o una señal de control de capa superior. Con esta notificación, el receptor puede reconocer las posiciones en las que los símbolos de datos se mapean para realizar la demodulación correctamente usando el procedimiento convencional de demodulación SFBC.

20 Entre los procedimientos descritos en la primera y segunda realizaciones ilustrativas, únicamente un procedimiento puede usarse de forma fija o más de un procedimiento puede usarse selectivamente dependiendo del caso. También, es posible usar más de dos procedimientos simultáneamente. En algunos casos, uno o más procedimientos pueden usarse de forma fija. En este caso, el transmisor puede notificar al receptor el procedimiento aplicado por medio de una señal de control de capa física o una señal de control de capa superior. Por consiguiente, el receptor puede realizar una operación de recepción con el procedimiento notificado.

La Figura 14 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un transmisor de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención.

30 Haciendo referencia a la Figura 14, el transmisor 100 incluye un aleatorizador 110, un modulador 120, un mapeador 130 de capas, un precodificador 140, un mapeador 150 de elementos de recursos y un generador 160 de símbolo de OFDM.

En caso de usar múltiples antenas, los datos de transmisión se transmiten con una o más palabras de código. En caso de usar múltiples palabras de código de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención, cuando se introducen los datos como palabras de código, el aleatorizador 110 realiza aleatorización en los datos introducidos.

35 El modulador 120 realiza modulación en los datos aleatorizados. La modulación puede realizarse con uno de QPSK, 4QAM y 16QAM.

El mapeador 130 de capas mapea la entradas de datos de modulación en serie a las capas correspondientes. Más particularmente, el mapeador 130 de capas incluye un selector 131 de pares de precodificación.

40 El selector 131 de pares de precodificación selecciona un par de símbolos a precodificar y emite los símbolos emparejados al precodificador 140. Más particularmente, el selector 131 de pares de precodificación puede emitir un par de símbolos que se transmiten en algunas subportadoras sin precodificarse de acuerdo con la primera realización ilustrativa de la presente invención. Este procedimiento se ha descrito anteriormente con referencia a las partes (c) y (d) de la Figura 5 y la parte (b) de la Figura 6, la Figura 9 y la Figura 10.

45 El selector 131 de pares de precodificación también puede seleccionar y emitir un par de símbolos a precodificar en los símbolos de OFDM adyacentes en algunas subportadoras de acuerdo con la primera realización ilustrativa de la presente invención. Este procedimiento se ha descrito anteriormente con referencia a la parte (e) de la Figura 5, la parte (c) de la Figura 6 y la Figura 11.

El precodificador 140 realiza precodificación en unidades de un par de símbolos y emite los símbolos emparejados precodificados en unidades de símbolo en series.

50 El mapeador 150 de elementos de recursos es responsable del mapeo de los símbolos precodificados en la portadora de enlace descendente por UE. Es decir, el mapeador 150 de elementos de recursos es responsable del mapeo de los símbolos emparejados precodificados a elementos de recursos.

Más particularmente, el mapeador 150 de elementos de recursos puede mapear los símbolos de tal forma que los símbolos precodificados no se disponen en subportadoras específicas de acuerdo con la primera realización

ilustrativa de la presente invención. Este procedimiento se ha descrito con referencia a las partes (a) y (b) de la Figura 5 y la parte (c) de la Figura 7 y la Figura 8.

El mapeador 150 de elementos de recursos puede mapear los símbolos de tal forma que los símbolos emparejados precodificados se disponen en posición diferente en símbolos de OFDM diferentes.

- 5 El generador 160 de símbolos de OFDM realiza modulación en los símbolos precodificados mapeados (o dispuestos) en señales OFDM para transmitirse a través de antenas.

La Figura 15 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un receptor de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención.

- 10 Haciendo referencia a la Figura 15, el receptor 200 incluye un demodulador 210 de OFDM, un demapeador 220 de elementos de recursos, un generador 230 de Tasa de Probabilidad de Logaritmo (LLR), un decodificador 240 de canal, un extractor 250 de datos de información, un extractor 260 de señal de referencia y un estimador 270 de canal.

- 15 Como se ha descrito anteriormente, el transmisor 100 notifica al receptor 200 de uno o una combinación de procedimientos de mapeo de recursos que se han usado para la asignación de recursos. En este momento, el transmisor 100 puede notificar al receptor 200 el procedimiento de mapeo de recursos por medio de una señal de control de capa física o una señal de control de capa superior. Se asume, en la siguiente descripción, que el receptor 200 conoce el procedimiento de mapeo de recursos usado mediante el transmisor a través de esta notificación.

El demodulador 210 de OFDM realiza demodulación en la señal de OFDM recibida y emite la señal de OFDM demodulada.

- 20 El extractor 260 de señal de referencia extrae señales de referencia en unidades de símbolos de OFDM y el estimador 270 de canal estima un canal a base de las señales de recurso.

El demapeador 220 de elementos de recursos extrae los símbolos precodificados de los elementos de recursos de acuerdo con el procedimiento de mapeo de recursos transmitidos mediante el transmisor 100.

- 25 Más particularmente cuando el transmisor 100 no ha mapeado ningún símbolo emparejado precodificado en subportadoras específicas de acuerdo con la primera realización ilustrativa de la presente invención, el demapeador 220 de elementos de recursos pasa por alto la operación de extracción en los correspondientes elementos de recursos. Este procedimiento se ha descrito con referencia a las partes (a) y (b) de la Figura 5, y la parte (a) de la Figura 6, la Figura 7 y la Figura 8.

- 30 También, cuando el transmisor 100 ha mapeado los símbolos emparejados precodificados a elementos de recursos en diferentes subportadoras en símbolos de OFDM diferentes de acuerdo con la segunda realización ilustrativa de la presente invención, el demapeador 220 de elementos de recursos extrae los símbolos de los correspondientes elementos de recursos como mapeados mediante el transmisor. Este procedimiento se ha descrito con referencia a las Figuras 12 y 13.

- 35 El generador 230 de LLR calcula el valor de LLR con el valor de estimación de canal y emite el valor de LLR calculado. Más particularmente, el generador 230 de LLR incluye un decodificador 231 de símbolos. El decodificador 231 de símbolos realiza decodificación en los símbolos precodificados de acuerdo con el esquema SFBC. Más particularmente cuando el transmisor 100 no ha mapeado símbolos sin precodificar en algunas subportadoras de acuerdo con la primera realización ilustrativa de la presente invención, el decodificador 231 de símbolos determina las posiciones de los elementos de recursos a las que se mapean los símbolos sin precodificar y a continuación pasa por alto la decodificación en los correspondientes elementos de recursos. Como se ha descrito anteriormente, el procedimiento de adquisición de posición de símbolo sin precodificar puede notificarse al receptor 200 a través de una señalización de capa superior. Este procedimiento se ha descrito con referencia a las partes (c) y (d) de la Figura 6 y la parte (b) de las Figuras 9 y 10.

- 45 También, cuando el transmisor 100 ha transmitido los símbolos emparejados en dos símbolos de OFDM adyacentes de acuerdo con la primera realización ilustrativa de la presente invención, el decodificador 231 de símbolos determina las posiciones de los elementos de recursos a las que los símbolos emparejados precodificados en los dos símbolos de OFDM adyacentes y realiza decodificación SFBC en los correspondientes elementos de recursos junto con los elementos de recursos que transporta los símbolos mapeados de forma normal. Como se ha descrito anteriormente, el procedimiento de adquisición de posición de símbolo puede notificarse al receptor 200 a través de una señalización de capa superior. Este procedimiento se ha descrito con referencia a la parte (e) de la Figura 5, la parte (c) de la Figura 6 y la Figura 11.

- 50 Si se introducen un par de símbolos decodificados, el decodificador 240 de canal realiza decodificación en los datos a base de la LLR. La decodificación de datos puede hacerse mediante un esquema de decodificación de código turbo.

El extractor 250 de datos de información extrae datos de información originales del valor decodificado mediante el decodificador 240 de canal. La información data puede extraerse en unidades de palabra de código.

5 En lo sucesivo, se hace una descripción bajo la suposición de que el transmisor y receptor comparten el procedimiento de mapeo de recursos de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención con referencia a las Figuras 16 y 17. En el procedimiento de mapeo de recursos, el transmisor 100 notifica al receptor 200 el procedimiento de mapeo de recursos aplicado a través de una señalización de capa superior.

La Figura 16 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de mapeo de elementos de recursos de un transmisor de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención.

10 Haciendo referencia a la Figura 16, el transmisor realiza modulación en los datos a transmitir en la etapa 1610. En este documento, la modulación se realiza con uno de una pluralidad de esquemas de modulación que incluyen QPSK, 4QAM y 16QAM.

15 A continuación, el transmisor mapea los datos modulados a capas correspondientes y selecciona un par de símbolos a precodificar en unidad de símbolo en la etapa 1603. En este momento, el transmisor puede seleccionar un par de símbolos que no están precodificados y transmitidos en algunas subportadoras de acuerdo con la primera realización ilustrativa de la presente invención. Este procedimiento se ha descrito con referencia a las partes (c) y (d) de la Figura 5, la parte (b) de la Figura 6 y las Figuras 9 y 10. El transmisor también puede emitir un par de símbolos que pueden precodificarse en los elementos de recursos en dos símbolos de OFDM adyacentes en algunas subportadoras de acuerdo con la primera realización ilustrativa de la presente invención. Este procedimiento se ha descrito con referencia a la parte (e) de la Figura 5, la parte (c) de la Figura 6 y la Figura 11.

20 A continuación, el transmisor realiza precodificación en los símbolos seleccionados en la etapa 1605.

25 A continuación, el transmisor mapea los símbolos emparejados precodificados a los elementos de recursos en la etapa 1607. En este momento, el transmisor puede desocupar los elementos de recursos en subportadoras específicas en vez de mapear los símbolos emparejados precodificados de acuerdo con la primera realización ilustrativa de la presente invención. Este procedimiento se ha descrito con referencia a las partes (a) y (b) de la Figura 5, la parte (a) de la Figura 6 y las Figuras 7 y 8. El transmisor también puede mapear los símbolos emparejados precodificados a los elementos de recursos en diferentes subportadoras en símbolos de OFDM diferentes de acuerdo con la segunda realización ilustrativa de la presente invención. Este procedimiento se ha descrito con referencia a las Figuras 12 y 13.

30 A continuación, el transmisor realiza modulación OFDM en los símbolos mapeados en el eje de tiempo en la etapa 1609 y transmite la señal modulada mediante OFDM en la etapa 1611.

La Figura 17 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de demapeo de elementos de recursos de un receptor de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención.

Haciendo referencia a la Figura 17, el receptor recibe señales en la etapa 1701 y realiza demodulación OFDM en la señal recibida en la etapa 1703.

35 El receptor extrae señales de referencia de la señal demodulada y estima un canal a base de las señales de referencia extraídas. El receptor también compensa para el valor cuando demodula los datos en el canal estimado. Ya que el procedimiento de compensación está fuera del ámbito de la presente invención, se omite una descripción detallada en el presente documento.

40 A continuación, el receptor realiza demapeo en la señal demodulada de OFDM en elementos de recursos correspondientes en la etapa 1705. Cuando el transmisor no ha mapeado los símbolos precodificados a los elementos de recursos en subportadoras específicas de acuerdo con la primera realización ilustrativa de la presente invención, el receptor pasa por alto la extracción de símbolos en los correspondientes elementos de recursos. Este procedimiento se ha descrito con referencia a las partes (a) y (b) de la Figura 5, la parte (a) de la Figura 6 y las Figuras 7 y 8. También, cuando el transmisor ha mapeado los símbolos emparejados precodificados a los elementos de recursos en diferentes subportadoras en símbolos de OFDM diferentes de acuerdo con la segunda realización ilustrativa de la presente invención, el receptor extrae estos símbolos en elementos de recursos correspondientes como mapeados mediante el transmisor. Este procedimiento se ha descrito con referencia a las Figuras 12 y 13.

45 A continuación, el receptor realiza decodificación SFBC en la etapa 1707. En este momento, cuando el transmisor ha mapeado los símbolos sin precodificar a los elementos de recursos en algunas subportadoras de acuerdo con la primera realización ilustrativa de la presente invención, el receptor determina las posiciones de los elementos de recursos a las que se mapean los símbolos sin precodificar y pasa por alto la decodificación en los elementos de recursos correspondientes. Como se ha descrito anteriormente, el transmisor puede notificar al receptor el procedimiento de adquisición de posición de símbolos sin precodificar a través de una señalización de capa superior. Este procedimiento se ha descrito con referencia a las partes (c) y (d) de la Figura 5, la parte (b) de la Figura 6 y las Figuras 9 y 10. También, cuando el transmisor ha mapeado los símbolos precodificados a los elementos de recursos en diferentes subportadoras en dos símbolos de OFDM adyacentes, el receptor determina las posiciones de los

5 elementos de recursos a las que se mapean los símbolos precodificados en los símbolos de OFDM adyacentes y realiza decodificación SFBC en los correspondientes símbolos emparejados. Como se ha mencionado anteriormente, el transmisor puede notificar al receptor el procedimiento de adquisición de posición de símbolos precodificados a través de una señalización de capa superior. Este procedimiento se ha descrito con referencia a la parte (b) de la Figura 5, la parte (c) de la Figura 6 y la Figura 11.

A continuación, el receptor realiza decodificación de canal en la etapa 1709. El receptor calcula el valor de LLR a partir de los datos de símbolos y realiza decodificación de canal a base del valor de LLR calculado. A continuación, el receptor extrae los datos de información originales de los valores del canal decodificado en la etapa 1711.

10 Se hace una descripción de un procedimiento ilustrativo para el mapeo de la Señal de Referencia de Información de Estado de Canal en lo sucesivo con referencia a las Figuras 18 a 32.

La Figura 18 es un diagrama que ilustra disposiciones de Señales de Referencia de Información de Estado de Canal en bloques de recursos usados en un sistema de LTE de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención.

15 Haciendo referencia a la Figura 18, la Señal de Referencia de Información de Estado de Canal (CSI-RS) es la señal de referencia transmitida para el UE para medir el estado de canal. La CSI-RS se transmite desde el eNB a los UE. A diferencia de la Señal de Referencia Común (CRS) de un sistema de LTE que se transmite en cada subportadora, la CSI-RS se transmite en un intervalo regular. Las CSI-RS se mapean en bloques de recursos como se muestra en la Figura 18.

20 En un sistema de LTE, los símbolos precodificados se mapean a los elementos de recursos de acuerdo con el siguiente procedimiento. El sistema de LTE usa la SFBC para lograr diversidad de transmisión, de tal forma que el número de símbolos precodificados a mapear a los elementos de recursos debe ser múltiplo de 2. Bajo la suposición básica para la aplicación de la SFBC, los símbolos emparejados precodificados debe experimentar el mismo o similar entorno de canal. Se prefiere que los símbolos emparejados precodificados se mapeen a elementos de recursos colocados cerca entre sí. Las CRS del sistema de LTE de la Figura 1 muestran un ejemplo representativo de la disposición de señal de referencia.

La Figura 19 es un diagrama que ilustra un principio del mapeo de símbolo emparejado precodificado en un sistema de LTE de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención.

30 Haciendo referencia a la Figura 19, se ilustra un caso en que los símbolos emparejados precodificados se disponen en un símbolo de OFDM que tiene las CRS de cuatro puertos de antena. Cada par de símbolos precodificados se conecta a través de una línea continua. Por consiguiente, puede observarse que un par de símbolos que están precodificados mediante SFBC se mapean a elementos de recursos en las subportadoras adyacentes.

35 Aunque la CRS de LTE se usa parcialmente, el sistema de LTE-A adopta la CSI-RS como se muestra en la Figura 18 para la medición de estado de canal. Con la introducción de la CSI-RS, es probable la degradación del rendimiento de sistema para aplicar la diversidad de transmisión y esquema de mapeo de recursos usado en el sistema de LTE al sistema de LTE-A sin modificación.

40 En otras palabras, el número de elementos de recursos a los que los símbolos precodificados pueden mapearse en un símbolo de OFDM que transporta la CSI-RS puede ser un número impar o no ser un múltiplo de 4 como se muestra en la Figura 18. En este caso, los símbolos emparejados precodificados mediante SFBC pueden mapearse a los RE que están espaciados muy separados cuando usan la regla de asignación de recursos convencional para experimentar diferentes entornos de canal, resultando en degradación de rendimiento.

En el sistema de LTE-A, las CRS para 1, 2 y 4 puertos de antena y las CSI-RS para 1, 2, 4 y 8 puertos de antena pueden disponerse libremente. Por consiguiente, cuando las CRS de dos puertos de antena se transmiten, las CRS pueden disponerse junto con las CSI-RS de uno o dos puertos de antena.

45 La Figura 20 es un diagrama que ilustra disposiciones ilustrativas de símbolos emparejados precodificados cuando el número de puertos de antena CRS es 2 y el número de puertos de antena CSI-RS es 1 en el sistema de LTE-A de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención. Es decir, la Figura 20 muestra las disposiciones de las CRS de dos puertos de antena y las CSI-RS de un puerto de antena.

50 Haciendo referencia a la Figura 20, los símbolos colocados en la parte superior e inferior de los RB, coloreados de forma distinta, y enlazados mediante una línea continua son los símbolos emparejados que provocan la degradación de rendimiento. Los pares emparejados que degradan el rendimiento pueden determinarse dependiendo de cuando el número de RB asignados es número impar o número par como se muestra en las partes (a) y (b) de la Figura 20.

55 La Figura 21 es un diagrama que ilustra disposiciones ilustrativas de los símbolos emparejados precodificados cuando el número de puertos de antena CRS es 2 y el número de puertos de antena CSI-RS es 2 en el sistema de LTE-A de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención. La Figura 22 es un diagrama que ilustra disposiciones ilustrativas de los símbolos emparejados precodificados cuando el número de puertos de antena CRS

es 4 y el número de puertos de antena CSI-RS es 1 en el sistema de LTE-A de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención. La Figura 23 es un diagrama que ilustra disposiciones ilustrativas de los símbolos emparejados precodificados cuando el número de puertos de antena CRS es 4 y el número de puertos de antena CSI-RS es 2 en el sistema de LTE-A de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención. En las Figuras 21 a 23, los símbolos enlazados mediante líneas continuas e ilustrados con diferente sombreado son los símbolos emparejados que provocan la degradación de rendimiento.

La degradación de rendimiento de la diversidad de transmisión en el sistema de LTE-A se provoca mediante símbolos emparejados precodificados mediante SFBC que no se mapean a RE adyacentes. En la tercera y cuarta realizaciones ilustrativas de la presente invención se proponen procedimientos de mapeo de recursos que son capaces de superar el problema de degradación de rendimiento de diversidad de transmisión en el sistema de LTE-A.

Tercera realización ilustrativa

Para superar el problema de degradación de rendimiento de diversidad de transmisión, se propone un procedimiento ilustrativo para el mapeo de los símbolos precodificados a elementos de recursos específicos. Se describe un procedimiento ilustrativo de mapeo de símbolos precodificados con referencia a las Figuras 24 a 27.

La Figura 24 es un diagrama que ilustra una disposición de los símbolos emparejados precodificados cuando el número de puertos de antena CRS es 2 y el número de puertos de antena CSI-RS es 1 en el sistema de LTE-A de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención. La Figura 25 es un diagrama que ilustra disposiciones de los símbolos emparejados precodificados cuando el número de puertos de antena CRS es 2 y el número de puertos de antena CSI-RS es 2 en el sistema de LTE-A de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención. La Figura 26 es un diagrama que ilustra disposiciones de los símbolos emparejados precodificados cuando el número de puertos de antena CRS es 4 y el número de puertos de antena CSI-RS es 1 en el sistema LTE-A de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención. La Figura 27 es un diagrama que ilustra disposiciones de los símbolos emparejados precodificados cuando el número de puertos de antena CRS es 4 y el número de puertos de antena CSI-RS es 2 en el sistema de LTE-A de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención.

La siguiente descripción ilustra una situación que tiene una CRS de dos puertos de antena y una CSI-RS de un puerto de antena.

Haciendo referencia a la Figura 24, el RB se configura de tal forma que el número de RE a usar para transmisión PDCCH en un símbolo de OFDM se convierte en un número par para evitar que los símbolos emparejados precodificados mediante SFBC se mapean a los RE espaciados muy separados entre sí. En este caso, la SFBC pueden usarse para diversidad de transmisión y uno de los RE adyacente a la CSI-RS en el símbolo de OFDM que tiene la CSI-RS se mantiene en un estado vacío como se muestra en la Figura 24. Mantener un RE en un estado vacío significa que nada se mapea al correspondiente RE. El RE a transmitir en un estado vacío se determina de acuerdo con la siguiente regla: los RE que pertenecen a un símbolo de OFDM en un RB se indexan en orden ascendente con el que se asigna el recurso en el sistema de LTE. Es decir, el primer RE del símbolo de OFDM en el RB se asigna el índice 0 y el último RE se asigna el índice 11.

En caso de que el índice n del RE al que se mapea una CSI-RS sea un número impar ($\text{mod}(n, 2)=1$), el RE que tiene un índice $n-1$ en la OFDM que transporta la CSI-RS se transmite en un estado vacío. En caso de que el índice n del RE al que se mapea una CSI-RS sea un número par ($\text{mod}(n, 2)=0$), el RE que tiene un índice $n+1$ en la OFDM que transporta la CSI-RS se transmite en un estado vacío.

La siguiente descripción ilustra una situación que tiene una CRS de dos puertos de antena y una CSI-RS de dos puertos de antena.

Haciendo referencia a la Figura 25, la SFBC puede aplicarse para diversidad de transmisión en cuyo caso los RE adyacentes a los RE a los que se mapea una CSI-RS se transmiten en un estado vacío en los símbolos de OFDM que transportan la CSI-RS. Como se ilustra, cuando se transmiten las CSI-RS de los dos puertos de antena, las CSI-RS se mapean a los RE en la misma subportadora en dos símbolos de OFDM contiguos. En este documento, los RE a transmitir en un estado vacío son los colocados adyacentes a los RE a los que se mapean las CSI-RS en los símbolos de OFDM que transportan las CSI-RS. Los RE a transmitir en un estado vacío se determinan de acuerdo con la siguiente regla: En caso de que el índice n del RE al que se mapea una CSI-RS sea un número impar ($\text{mod}(n, 2)=1$), el RE que tiene un índice $n-1$ en el símbolo de OFDM que transporta la CSI-RS se transmite en un estado vacío. En caso de que el índice n del RE al que se mapea una CSI-RS sea un número par ($\text{mod}(n, 2)=0$), el RE que tiene un índice $n+1$ en la OFDM que transporta la CSI-RS se transmite en un estado vacío.

La siguiente descripción ilustra una situación que tiene una CRS de cuatro puertos de antena y CSI-RS de un puerto de antena.

Haciendo referencia a la Figura 26, la FSTD puede aplicarse para diversidad de transmisión en cuyo caso tres RE pueden transmitirse en un estado vacío en un símbolo de OFDM que transporta la CSI-RS. Las CSI-RS, como se

5 muestra en la Figura 18, se mapean a los cuatro o doce RE en un símbolo de OFDM dentro de un RB. En caso de que las CSI-RS puedan mapearse a cuatro RE, los tres RE, excluyendo el RE mapeado a la CSI-RS, pueden transmitirse en un estado vacío como se muestra en la parte (a) de la Figura 26. En el caso de que CSI-RS puedan mapearse a doce RE, los tres RE adyacentes a los RE a los que se mapean las CSI-RS actuales pueden transmitirse en un estado vacío como se muestra en la parte (b) de la Figura 26. En este documento, los RE a transmitir en un estado vacío se determinan de acuerdo con la siguiente regla:

Si

$$\lfloor n \div 4 \rfloor = 0$$

se aplica al índice n del RE al que se mapea una CSI-RS, los tres RE que cumplen

10

$$\lfloor n \div 4 \rfloor = 0$$

, excluyendo el RE al que se mapea la CSI-RS actual, en el símbolo de OFDM que transporta la CSI-RS se transmiten en un estado vacío.

Si

$$\lfloor n \div 4 \rfloor = 1$$

15 se aplica al índice n del RE al que se mapea una CSI-RS, los tres RE que cumplen

$$\lfloor n \div 4 \rfloor = 1$$

, excluyendo el RE al que se mapea la CSI-RS actual, en el símbolo de OFDM que transporta la CSI-RS se transmiten en un estado vacío.

Si

20

$$\lfloor n \div 4 \rfloor = 2$$

se aplica al índice n del RE al que se mapea una CSI-RS, los tres RE que cumplen

$$\lfloor n \div 4 \rfloor = 2$$

, excluyendo el RE al que se mapea la CSI-RS actual, en el símbolo de OFDM que transporta la CSI-RS se transmiten en un estado vacío.

25 Finalmente, si

$$\lfloor n \div 4 \rfloor = 3$$

se aplica al índice n del RE al que se mapea una CSI-RS, los tres RE que cumplen

$$\lfloor n \div 4 \rfloor = 3$$

, excluyendo el RE al que se mapea la CSI-RS actual, en el símbolo de OFDM que transporta la CSI-RS se

transmiten en un estado vacío.

La siguiente descripción ilustra una situación que tiene una CRS de cuatro puertos de antena y una CSI-RS de dos puertos de antena.

5 Haciendo referencia a la Figura 27, la FSTD puede aplicarse para diversidad de transmisión en cuyo caso los RE adyacentes al RE al que se mapea la CSI-RS en el símbolo de OFDM que transporta la CSI-RS puede transmitirse en un estado vacío. En caso de que existan las CSI-RS de dos puertos de antena, las CSI-RS se mapean a los RE en la misma subportadora en los dos símbolos de OFDM adyacentes como se muestra en la Figura 27. Por consiguiente, el RE adyacente al RE que se mapea a la CSI-RS en cada símbolo de OFDM que transporta la CSI-RS se transmite en un estado vacío. Los RE a transmitir en un estado vacío se determinan de acuerdo con la siguiente regla: en caso de que el índice n del RE al que se mapea una CSI-RS sea un número impar ($\text{mod}(n, 2)=1$), el RE que tiene un índice $n-1$ en el símbolo de OFDM que transporta la CSI-RS se transmite en un estado vacío. En caso de que el índice n del RE al que se mapea una CSI-RS sea un número par ($\text{mod}(n, 2)=0$), el RE que tiene un índice $n+1$ en la OFDM que transporta la CSI-RS se transmite en un estado vacío.

15 Uno o más de los procedimientos ilustrativos anteriormente mencionados para la transmisión de los RE en algunas subportadoras en un estado vacío pueden soportarse en el sistema de LTE-A. En caso de que se soporte más de un procedimiento, el eNB puede notificar al UE el procedimiento aplicado a través de una señalización de capa física o una señalización de capa superior. Por consiguiente, el UE tiene el conocimiento sobre las posiciones en las subportadoras en las que no se transmiten señales o se transmiten señales de control.

20 Las señales (por ejemplo, señales de control) diferentes de símbolos precodificados se mapean a los RE, el UE realiza modulación en las posiciones correspondientes en procedimiento apropiado. En este momento, el UE demodula las posiciones en las que los símbolos de datos se precodifican de forma separada. El UE establece el valor de los RE que se han transmitido en un estado vacío a nulo (0) y realiza demodulación en los símbolos precodificados y otras señales. También, el UE puede realizar demodulación en los símbolos precodificados en el recurso excluyendo posiciones específicas.

25 Cuarta realización ilustrativa

En un sistema de LTE-A, se necesita un nuevo procedimiento de mapeo de recursos para abordar el problema anteriormente mencionado que sucede en el procedimiento de mapeo de recursos convencional usado en el sistema de LTE en el que los símbolos de modulación se mapean a capas correspondientes y a continuación se precodifican mediante SFBC secuencialmente en pares. Realizaciones ilustrativas de la presente invención proponen los siguientes procedimientos para abordar los problemas anteriormente mencionados.

Un procedimiento ilustrativo es mapear símbolos sin SFBC precodificados a algunos RE.

35 En SFBC, si un par de símbolos precodificados experimenta entornos de canal en gran medida diferentes, es probable que esto provoque error de demodulación. El error de demodulación provoca degradación de rendimiento en un procedimiento de decodificación de código turbo. Para evitar el error de demodulación, realizaciones ilustrativas de la presente invención proponen un procedimiento de mapeo de recursos en el que símbolos sin SFBC de datos precodificados se mapean a RE específicos.

40 En este procedimiento de mapeo de recursos, un par de símbolos que no están precodificados en SFBC se mapean a los RE situados en posiciones específicas. El RE al que se mapea el símbolo sin precodificar puede determinarse mediante unos pocos procedimientos ilustrativos. Estos procedimientos se describen con referencia a las Figuras 28 a 31.

45 La Figura 28 es un diagrama que ilustra una disposición de símbolos sin precodificar cuando el número de puertos de antena CRS es 2 y el número de puertos de antena CSI-RS es 1 en un sistema de LTE-A de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención. La Figura 29 es un diagrama que ilustra una disposición de símbolos sin precodificar cuando el número de puertos de antena CRS es 2 y el número de puertos de antena CSI-RS es 2 en un sistema de LTE-A de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención. La Figura 30 es un diagrama que ilustra una disposición de los símbolos sin precodificar cuando el número de puertos de antena CRS es 4 y el número de puertos de antena CSI-RS es 1 en un sistema de LTE-A de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención. La Figura 31 es un diagrama que ilustra una disposición de símbolos sin precodificar cuando el número de puertos de antena CRS es 4 y el número de puertos de antena CSI-RS es 2 en un sistema de LTE-A de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención.

La siguiente descripción ilustra una situación que tiene una CRS de dos puertos de antena y una CSI-RS de un puerto de antena.

55 Haciendo referencia a la Figura 28, SFBC puede aplicarse para diversidad de transmisión, pero la SFBC no se aplica a uno de los RE adyacentes al RE al que se mapea la CSI-RS en el símbolo de OFDM que transporta la CSI-RS de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención.

Los RE se indexan en un RB como sigue: los RE que pertenecen a un símbolo de OFDM en un RB se indexa en orden ascendente con el que se asigna el recurso. En este caso, el primer RE del símbolo de OFDM en el RB se asigna el índice 0 y el último RE se asigna el índice 11.

5 En caso de que el índice n del RE al que se mapea una CSI-RS sea un número impar ($\text{mod}(n, 2)=1$), el RE que tiene un índice n-1 en la OFDM que transporta la CSI-RS se transmite con símbolo no precodificado mediante SFBC. En caso de que el índice n del RE al que se mapea una CSI-RS sea un número par ($\text{mod}(n, 2)=0$), el RE que tiene un índice n+1 en la OFDM que transporta la CSI-RS se transmite con símbolo no precodificado mediante SFBC.

La siguiente descripción ilustra una situación que tiene una CRS de dos puertos de antena y una CSI-RS de dos puertos de antena.

10 Haciendo referencia a la Figura 29, la SFBC puede aplicarse para diversidad de transmisión en cuyo caso los RE adyacentes a los RE a los que se mapea una CSI-RS se transmiten con símbolo no precodificado mediante SFBC en los símbolos de OFDM que transportan la CSI-RS. Como se ilustra, cuando se transmiten las CSI-RS de los dos puertos de antena, las CSI-RS se mapean a los RE en la misma subportadora en dos símbolos de OFDM contiguos. En este documento, los RE a transmitir con símbolo no precodificado mediante SFBC son los colocados adyacentes a los RE a los que se mapean las CSI-RS en los símbolos de OFDM que transportan las CSI-RS.

15 En caso de que el índice n del RE al que se mapea una CSI-RS sea un número impar ($\text{mod}(n, 2)=1$), el RE que tiene un índice n-1 en el símbolo de OFDM que transporta la CSI-RS se transmite con símbolo no precodificado mediante SFBC. En caso de que el índice n del RE al que se mapea una CSI-RS sea un número par ($\text{mod}(n, 2)=0$), el RE que tiene un índice n+1 en la OFDM que transporta la CSI-RS se transmite con símbolo no precodificado mediante SFBC.

20 La siguiente descripción ilustra una situación que tiene una CRS de cuatro puertos de antena y una CSI-RS de un puerto de antena.

Haciendo referencia a la Figura 20, la FSTD puede aplicarse para diversidad de transmisión en cuyo caso tres RE pueden transmitirse en un estado vacío en un símbolo de OFDM que transporta la CSI-RS. Las CSI-RS, como se muestra en la Figura 18, se mapean a los cuatro o doce RE en un símbolo de OFDM dentro de un RB. En caso de que las CSI-RS puedan mapearse a cuatro RE, los tres RE, excluyendo el RE mapeado a la CSI-RS, pueden transmitirse con símbolo no precodificado mediante SFBC como se muestra en la parte (a) de la Figura 30. En caso de que CSI-RS puedan mapearse a doce RE, los tres RE adyacentes a los RE a los que se mapean las CSI-RS actuales pueden transmitirse con símbolo no precodificado mediante SFBC como se muestra en la parte (b) de la Figura 30. En este documento, los RE a transmitir con símbolo no precodificado mediante SFBC se determinan de acuerdo con la siguiente regla: si

$$\lfloor n \div 4 \rfloor = 0$$

se aplica al índice n del RE al que se mapea una CSI-RS, los tres RE que cumplen

$$\lfloor n \div 4 \rfloor = 0$$

35 , excluyendo el RE al que se mapea la CSI-RS actual, en el símbolo de OFDM que transporta la CSI-RS se transmiten con símbolo no precodificado mediante SFBC.

Si

$$\lfloor n \div 4 \rfloor = 1$$

se aplica al índice n del RE al que se mapea una CSI-RS, los tres RE que cumplen

$$\lfloor n \div 4 \rfloor = 1$$

40 , excluyendo el RE al que se mapea la CSI-RS actual, en el símbolo de OFDM que transporta la CSI-RS se transmiten con símbolo no precodificado mediante SFBC.

Si

$$\lfloor n \div 4 \rfloor = 2$$

se aplica al índice n del RE al que se mapea una CSI-RS, los tres RE que cumplen

$$\lfloor n \div 4 \rfloor = 2$$

5 , excluyendo el RE al que se mapea la CSI-RS actual, en el símbolo de OFDM que transporta la CSI-RS se transmiten con símbolo no precodificado mediante SFBC.

Finalmente, si

$$\lfloor n \div 4 \rfloor = 3$$

se aplica al índice n del RE al que se mapea una CSI-RS, los tres RE que cumplen

$$\lfloor n \div 4 \rfloor = 3$$

10 , excluyendo el RE al que se mapea la CSI-RS actual, en el símbolo de OFDM que transporta la CSI-RS se transmiten con símbolo no precodificado mediante SFBC.

La siguiente descripción ilustra una situación que tiene una CRS de cuatro puertos de antena y una CSI-RS de dos puertos de antena.

15 Haciendo referencia a la Figura 31, la FSTD puede aplicarse para diversidad de transmisión en cuyo caso los RE adyacentes al RE al que se mapea la CSI-RS en el símbolo de OFDM que transporta la CSI-RS puede transmitirse con símbolo no precodificado mediante SFBC. En caso de que existan las CSI-RS de dos puertos de antena, las CSI-RS se mapean a los RE en la misma subportadora en los dos símbolos de OFMD adyacentes como se muestra en la Figura 31. Por consiguiente, el RE adyacente al RE que se mapea a la CSI-RS en cada símbolo de OFDM que
 20 transporta la CSI-RS se transmite con símbolo no precodificado mediante SFBC, y los RE a transmitir con símbolo no precodificado mediante SFBC se determinan de acuerdo con la siguiente regla: en caso de que el índice n del RE al que se mapea una CSI-RS sea un número impar ($\text{mod}(n, 2)=1$), el RE que tiene un índice n-1 en el símbolo de OFDM que transporta la CSI-RS se transmite con símbolo no precodificado mediante SFBC. En caso de que el índice n del RE al que se mapea una CSI-RS sea un número par ($\text{mod}(n, 2)=0$), el RE que tiene un índice n+1 en la
 25 OFDM que transporta la CSI-RS se transmite con símbolo no precodificado mediante SFBC.

Uno o más de los procedimientos ilustrativos anteriormente mencionados para la transmisión de los RE en algunas subportadoras con un símbolo no precodificado mediante SFBC pueden soportarse en el sistema de LTE-A. En caso de que se soporte más de un procedimiento, el eNB puede notificar al UE el procedimiento aplicado a través de una
 30 señalización de capa física o una señalización de capa superior. Por consiguiente, el UE tiene el conocimiento sobre las posiciones en las subportadoras en las que se transmiten símbolo no precodificado mediante SFBC o señales de control. A base de este conocimiento, el UE demodula los símbolos mapeados a los correspondientes RE sin decodificación SFBC. El UE también realiza decodificación SFBC en los símbolos precodificados mapeados a los restantes RE, excluyendo los símbolos mapeados a los correspondientes RE.

35 El segundo procedimiento ilustrativo es realizar la precodificación a través de símbolos adyacentes en algunas subportadoras.

La Figura 32 es un diagrama que ilustra una disposición de símbolos inter precodificados mediante OFDM en un sistema de LTE-A de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención.

40 En SFBC, si un par de símbolos precodificados experimenta entornos de canal en gran medida diferentes, es probable que esto provoque error de demodulación. El error de demodulación provoca degradación de rendimiento en un procedimiento de decodificación de código turbo. Para evitar el error de demodulación, realizaciones ilustrativas de la presente invención proponen un procedimiento de mapeo de recursos en el que un par de símbolos de datos se precodifica en los RE a través de dos símbolos de OFMD adyacentes. El procedimiento de mapeo de recursos de acuerdo con la quinta realización ilustrativa de la presente invención puede aplicarse únicamente al caso en el que las CSI-RS de dos puertos de antena se transmiten de forma diferente a los otros procedimientos

anteriormente mencionados.

5 En este caso, los RE adyacentes a los RE a los que se mapean las CSI-RS están precodificados mediante SFBC a través de los símbolos de OFDM que tienen la CSI-RS independientemente del número de puertos de antena de las CSI-RS como se muestra en la Figura 32. En caso de que las CSI-RS de dos puertos de antena se transmiten como se muestra en la Figura 32, las CSI-RS se mapean a los RE en la misma subportadora a través de dos símbolos de OFDM adyacentes. Por consiguiente, los RE a precodificar a través de dos símbolos de OFDM son los RE adyacentes a los RE a los que se mapean las CSI-RS en los símbolos de OFDM que tienen la CSI-RS. Los RE a precodificar a través de dos símbolos de OFDM se determinan como sigue: en caso de que el índice n del RE al que se mapea una CSI-RS sea un número impar ($\text{mod}(n, 2)=1$), el RE que tiene un índice $n-1$ en la OFDM que transporta la CSI-RS se transmite con un símbolo de símbolo precodificado entre OFDM. En caso de que el índice n del RE al que se mapea una CSI-RS sea un número par ($\text{mod}(n, 2)=0$), el RE que tiene un índice $n+1$ en la OFDM que transporta la CSI-RS se transmite con un símbolo de símbolo precodificado entre OFDM.

15 Uno o más de los procedimientos ilustrativos anteriormente mencionados para la transmisión de los RE en algunas subportadoras con un símbolo de símbolo precodificado entre OFDM pueden soportarse en el sistema de LTE-A. En caso de que se soporte más de un procedimiento, el eNB puede notificar al UE el procedimiento aplicado a través de una señalización de capa física o una señalización de capa superior. Por consiguiente, el UE tiene el conocimiento sobre las posiciones en las subportadoras en las que se transmiten símbolo de símbolo precodificado entre OFDM o señales de control. A base de este conocimiento, el UE demodula los símbolos mapeados a los correspondientes RE con decodificación SFBC.

20 Entre los procedimientos ilustrativos anteriormente mencionados, el sistema de LTE-A puede operar con un procedimiento fijo, todos ellos selectivamente o una combinación de al menos dos de ellos. Excepto para el caso de la utilización del procedimiento fijo, el eNB notifica al UE el procedimiento de mapeo de recursos aplicado para la transmisión por medio de una señal de control de capa física o una señal de control de capa superior. Por consiguiente, el usuario puede recibir las señales con un procedimiento adecuado de mapeo de recursos.

25 Como se ha descrito anteriormente, procedimientos ilustrativos de mapeo de recursos de la presente invención son capaces de evitar la degradación de rendimiento de decodificación y el error de demodulación provocado por pares emparejados que están muy separados.

30 Aunque la invención se ha mostrado y descrito con referencia a ciertas realizaciones ilustrativas de la misma, los expertos en la materia apreciarán que diversos cambios en forma y detalles pueden hacerse en la misma sin alejarse del ámbito de la invención como se definen mediante las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.

REIVINDICACIONES

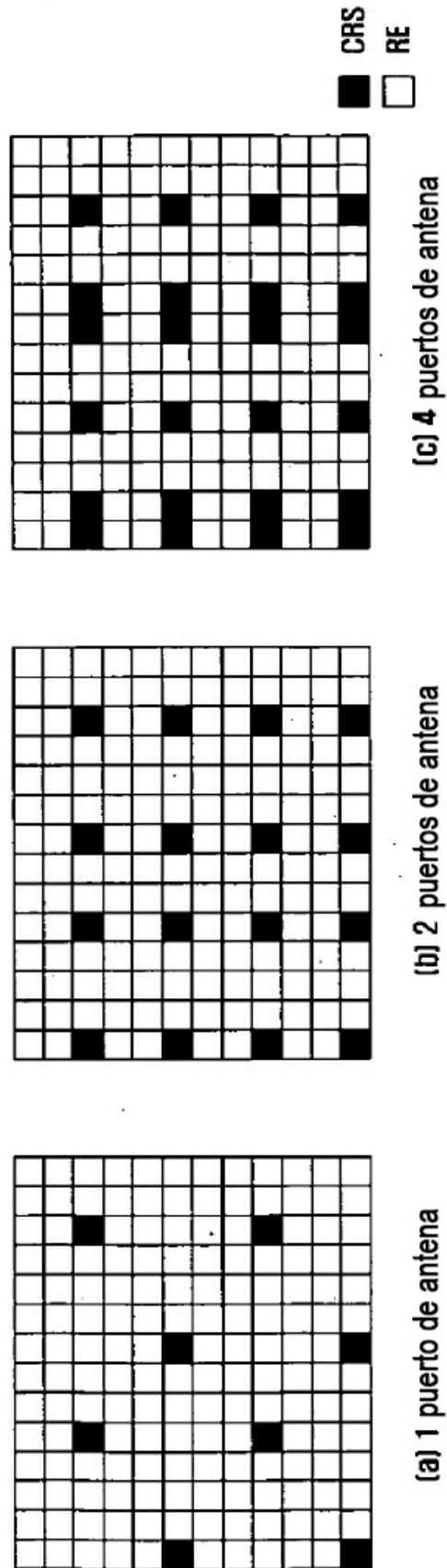
1. Un procedimiento de transmisión de señal de un transmisor en un sistema de comunicación inalámbrica, comprendiendo el procedimiento:
 - 5 precodificar (1605) pares de símbolos de datos; mapear (1607) los pares de símbolos de datos precodificados a primeros elementos de recursos, estando los primeros elementos de recursos disponibles para los símbolos de datos; y transmitir (1611) los pares de símbolos de datos precodificados que se mapean a los primeros elementos de recursos, en el que los pares de símbolos de datos precodificados no se mapean a primeros elementos de recursos en un símbolo de Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal, OFDM, si existen al menos dos segundos elementos de recursos que no están disponibles para el símbolo de datos entre dos primeros elementos de recursos en el símbolo de OFDM.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el símbolo de OFDM contiene una Señal de Referencia de Información de Estado de Canal, CSI-RS.
- 15 3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que los símbolos de datos se precodifican usando un esquema de diversidad de transmisión.
4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la precodificación de símbolos de datos comprende mantener al menos un par de símbolos de datos sin precodificar.
- 20 5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la precodificación de símbolos de datos comprende seleccionar un par de símbolos de datos a precodificar en una subportadora a través de al menos un par de símbolos de OFDM.
6. Un transmisor en un sistema de comunicación inalámbrica, comprendiendo el transmisor:
 - 25 un precodificador (140) para la precodificación de pares de símbolos de datos; un mapeador (150) de elementos de recursos para el mapeo de los pares de símbolos de datos precodificados a primeros elementos de recursos, estando los primeros elementos de recursos disponibles para los símbolos de datos; y un transceptor para la transmisión de los pares de símbolos de datos precodificados que se mapean a los primeros elementos de recursos, en el que los pares de símbolos de datos precodificados no se mapean a primeros elementos de recursos en un símbolo de Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal, OFDM, si existen al menos dos segundos elementos de recursos que no están disponibles para el símbolo de datos entre dos primeros elementos de recursos en el símbolo de OFDM.
7. El transmisor de la reivindicación 6, en el que el símbolo de OFDM contiene una Señal de Referencia de Información de Estado de Canal, CSI-RS.
- 35 8. El transmisor de la reivindicación 6, en el que los símbolos de datos se precodifican usando un esquema de diversidad de transmisión.
9. El transmisor de la reivindicación 6, en el que el precodificador mantiene al menos un par de símbolos de datos sin precodificar.
10. El transmisor de la reivindicación 6, en el que el precodificador selecciona un par de símbolos de datos a precodificar en una subportadora a través de al menos un par de símbolos de OFDM.
- 40 11. Un procedimiento de comunicación de señal en un sistema de comunicación inalámbrica que comprende un transmisor y un receptor, comprendiendo el procedimiento el procedimiento de transmisión de señal de la reivindicación 1 y en el receptor:
 - 45 recibir (1701) los pares de símbolos de datos precodificados que se mapean a los primeros elementos de recursos y se transmiten por el transmisor; demapear (1705) los pares de símbolos de datos precodificados; y decodificar (1707) los pares de símbolos de datos precodificados de acuerdo con un esquema de precodificación.
12. Un sistema de comunicación inalámbrica que comprende un transmisor de la reivindicación 6 y un receptor, comprendiendo el receptor:
 - 50 un transceptor para la recepción de pares de símbolos de datos precodificados que se mapean a los primeros elementos de recursos; un demapeador (220) para demapear los pares de símbolos de datos precodificados; y un decodificador (231) para decodificar los pares de símbolos de datos precodificados de acuerdo con un

esquema de precodificación.

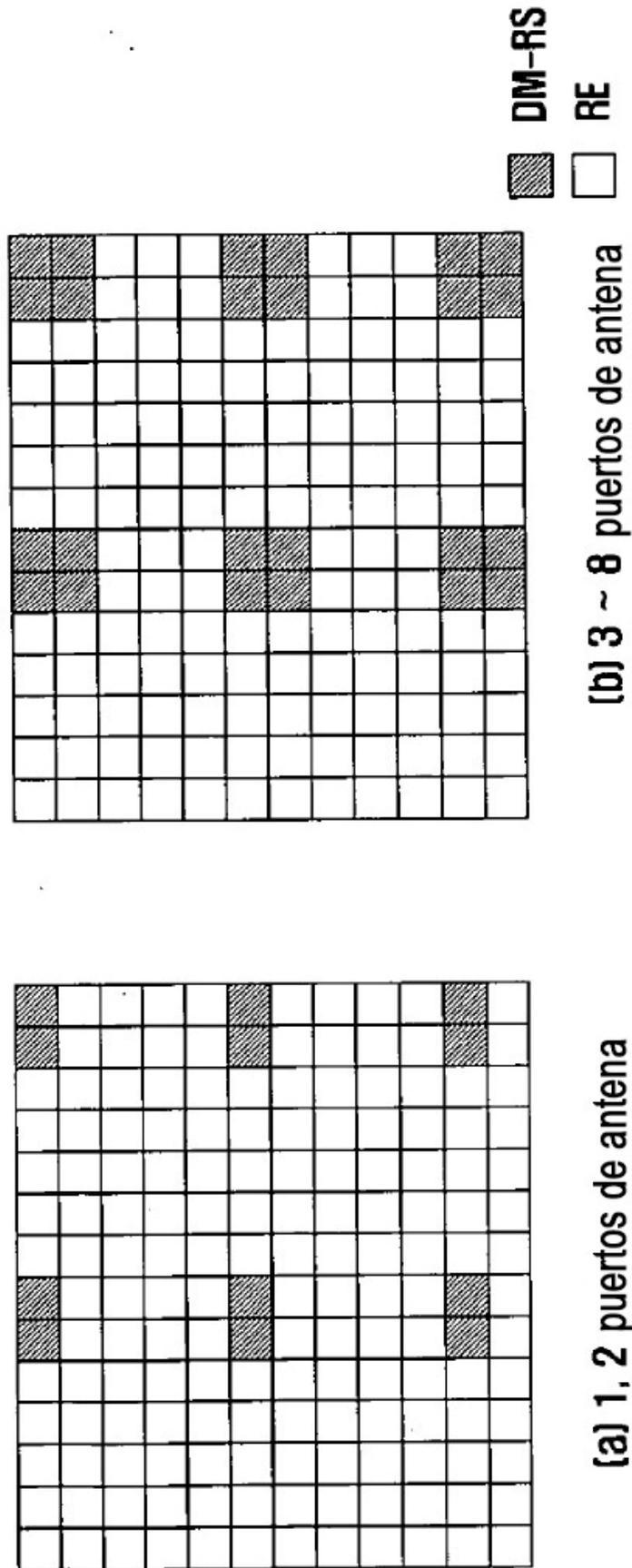
13. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que los al menos dos segundos elementos de recursos entre los dos primeros elementos de recursos en el símbolo de OFDM comprenden un elemento de recurso para señales de referencia.

- 5 14. El transmisor de la reivindicación 6, en el que los al menos dos segundos elementos de recursos entre los dos primeros elementos de recursos en el símbolo de OFDM comprenden un elemento de recurso para señales de referencia.

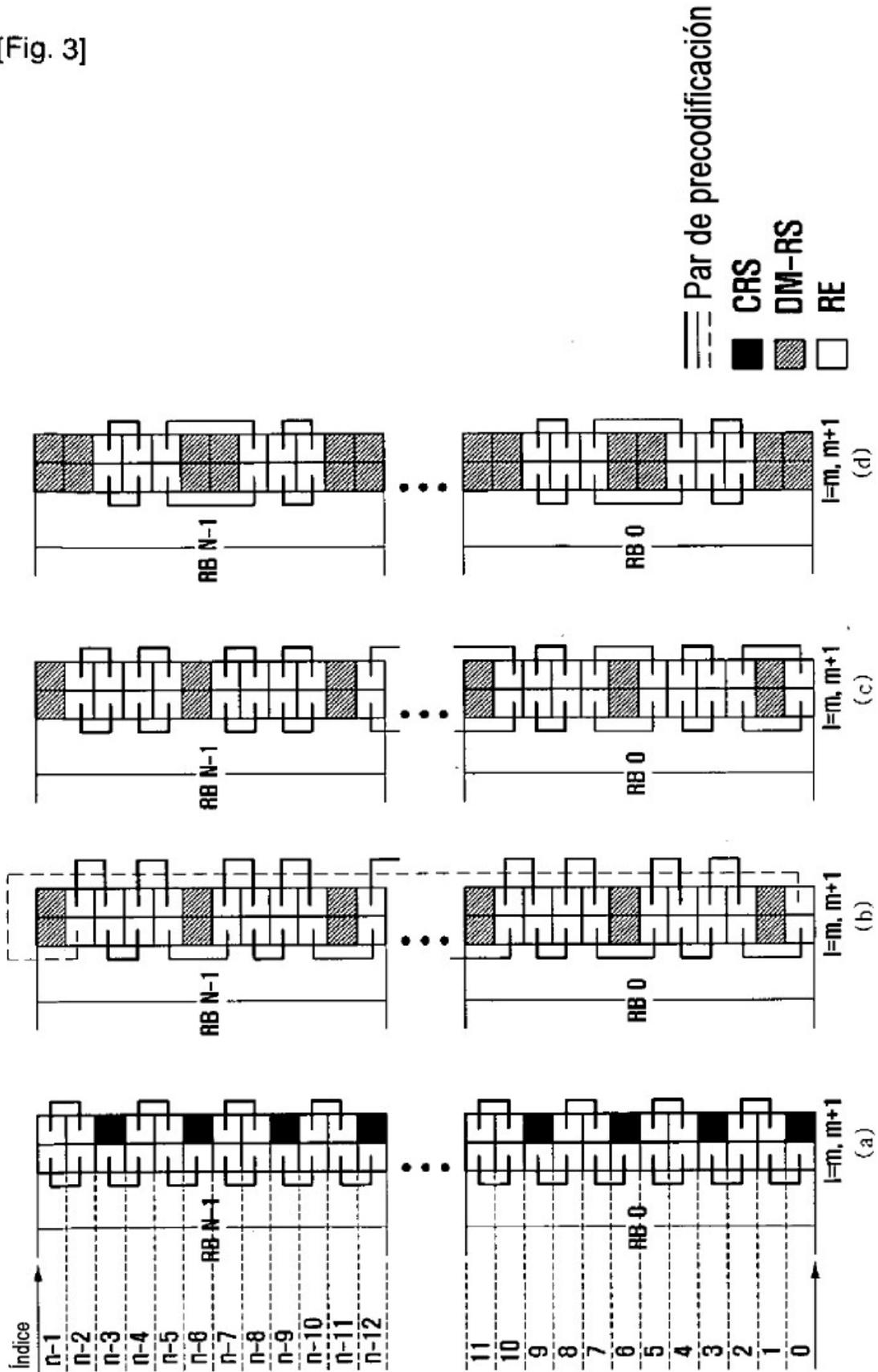
[Fig. 1]



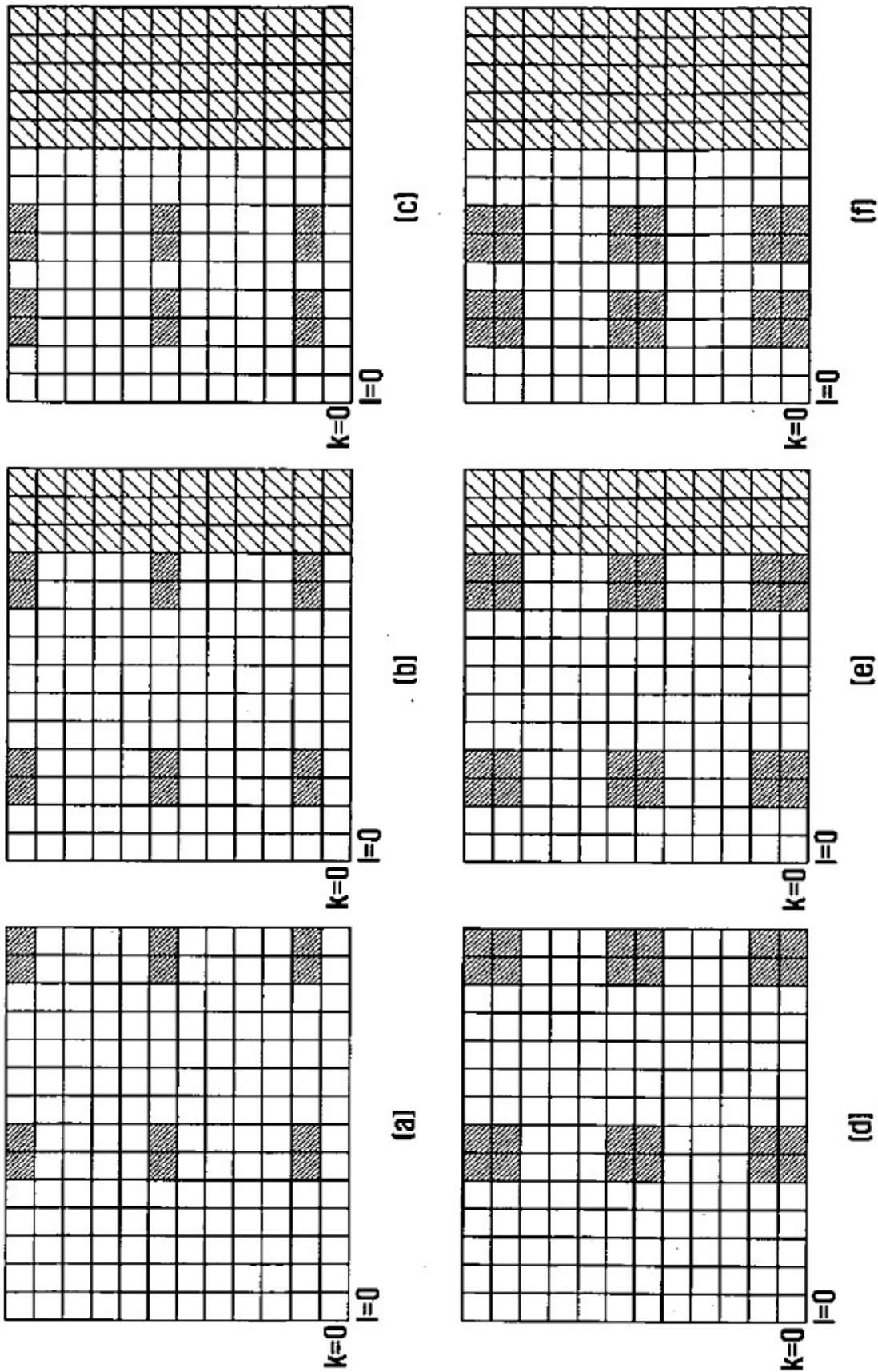
[Fig. 2]



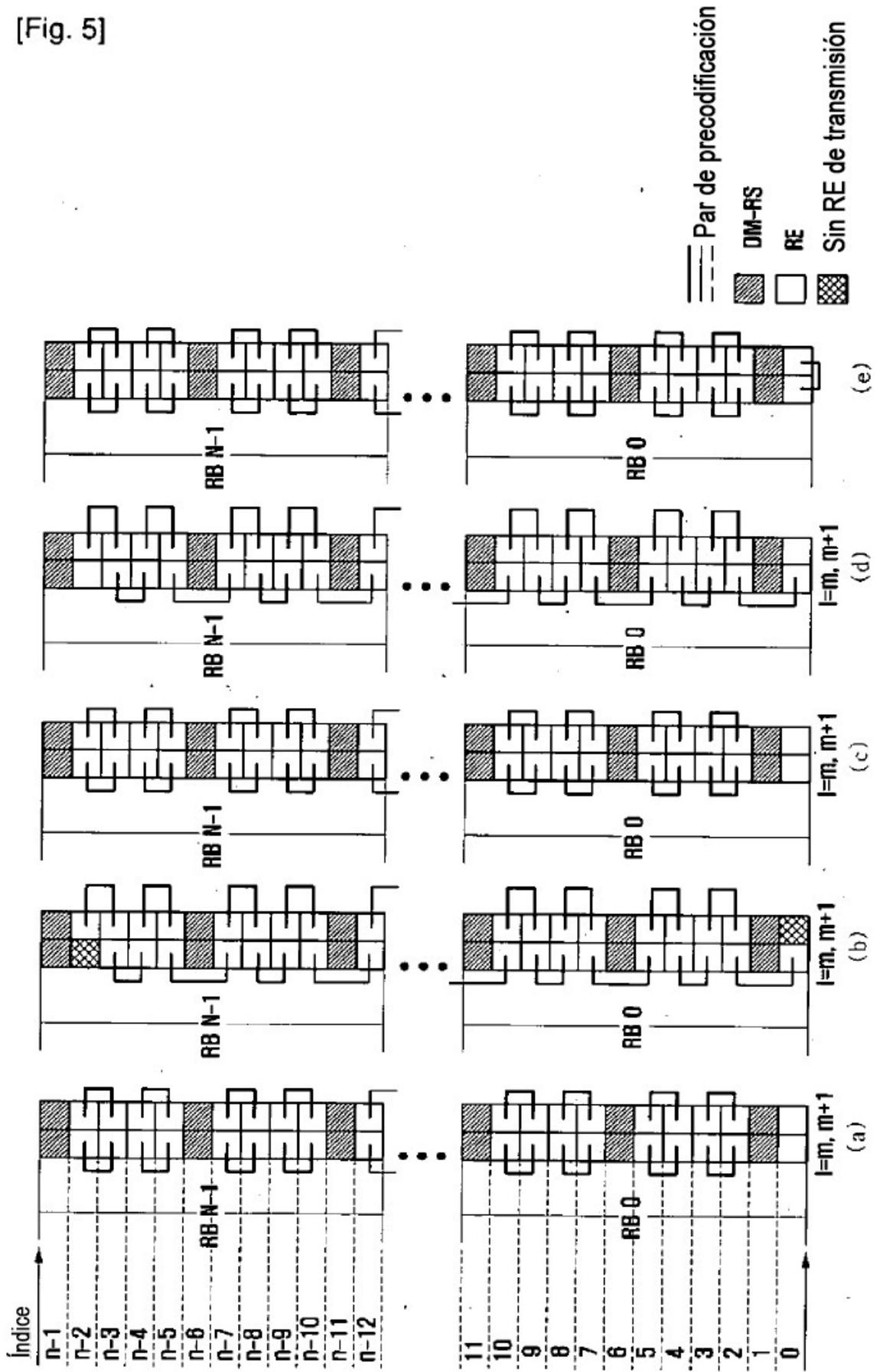
[Fig. 3]



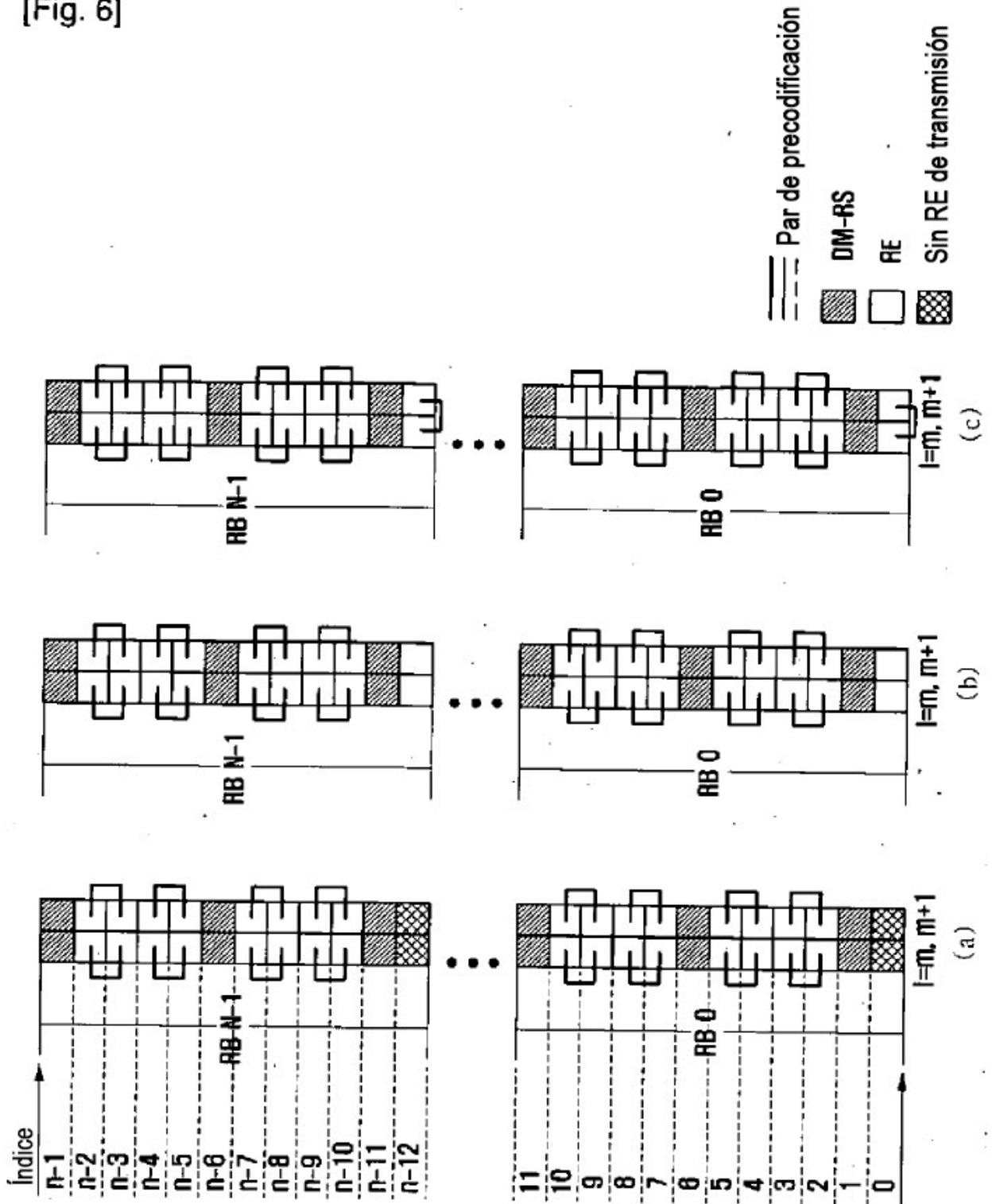
[Fig. 4]



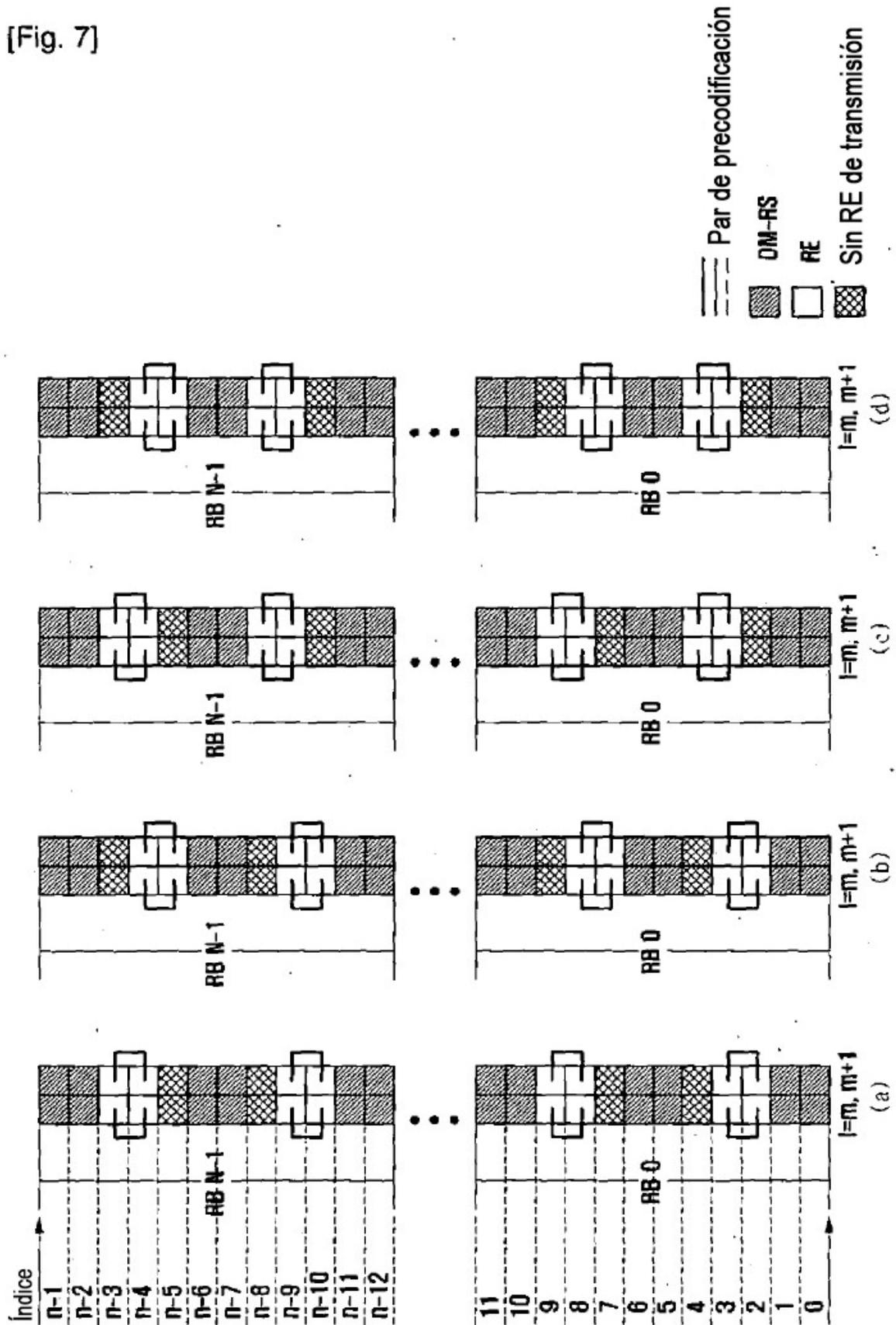
[Fig. 5]



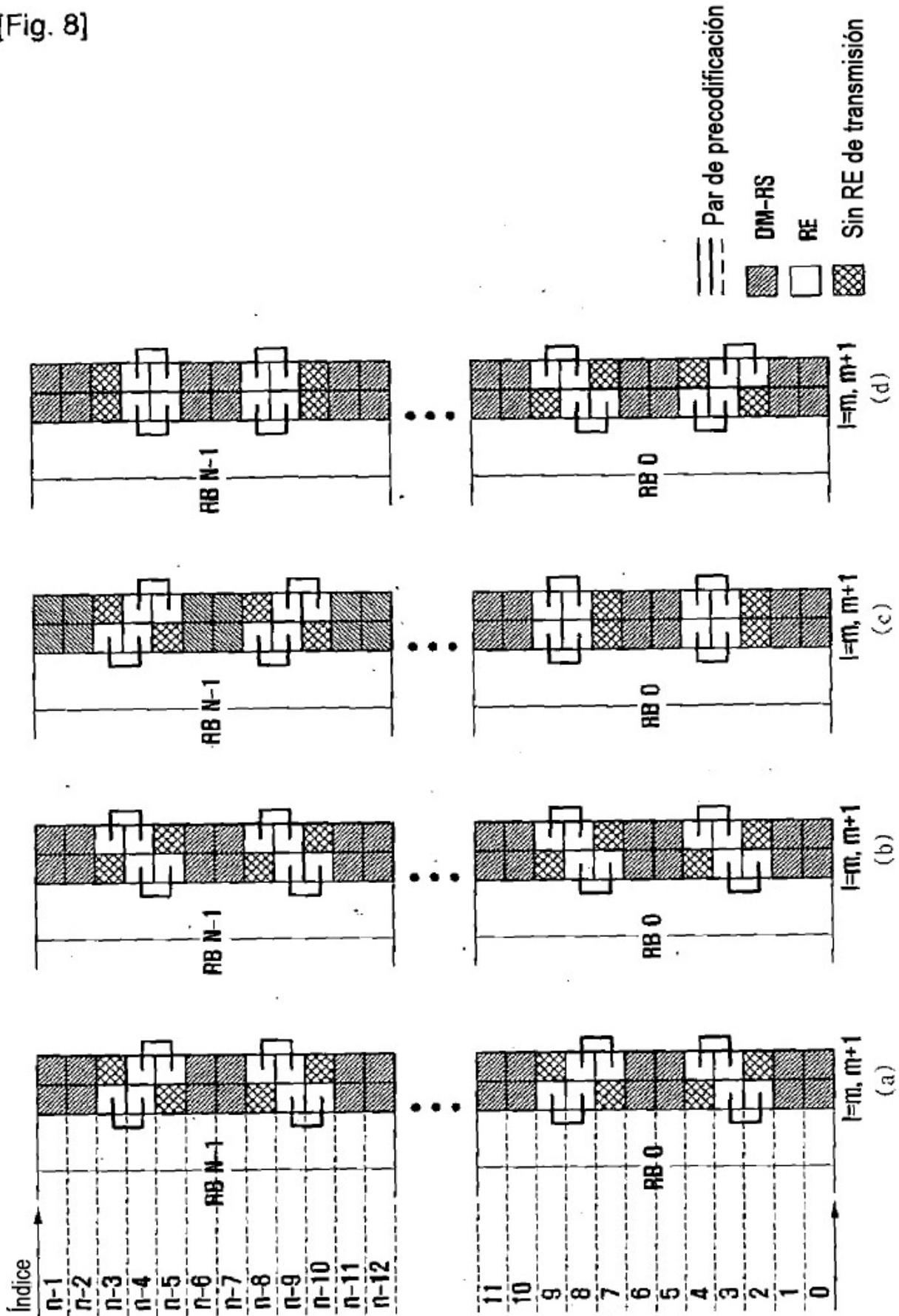
[Fig. 6]



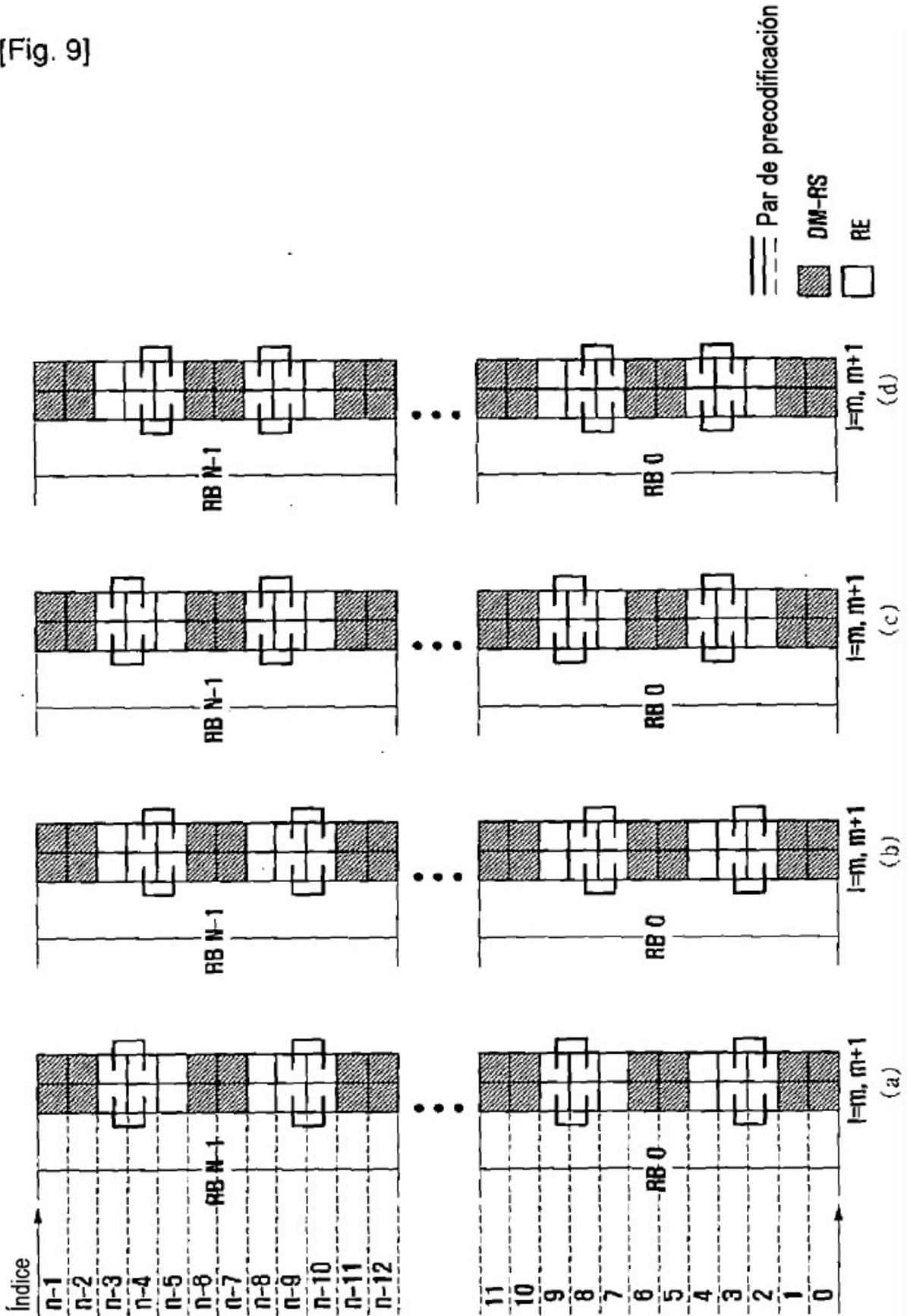
[Fig. 7]



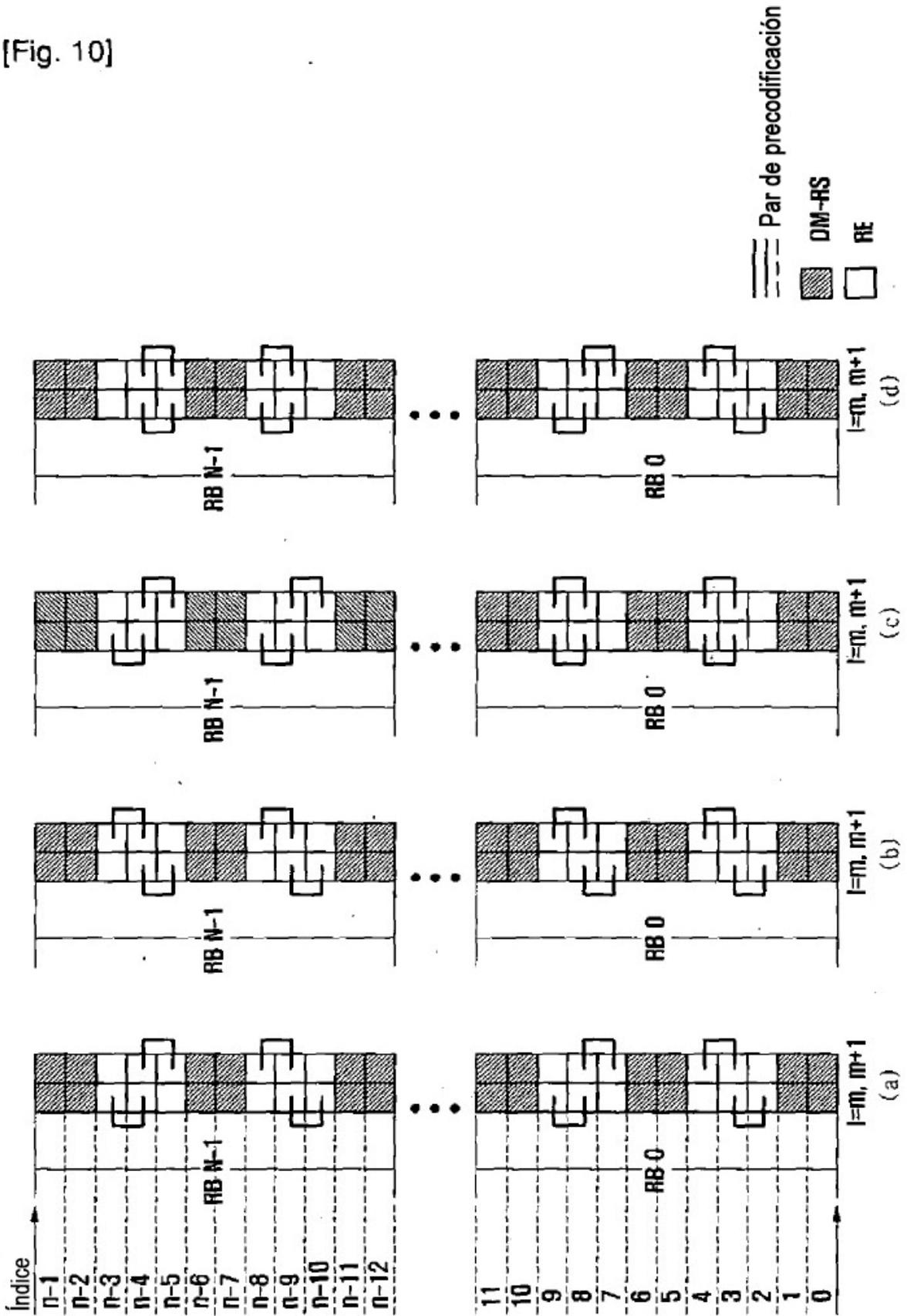
[Fig. 8]



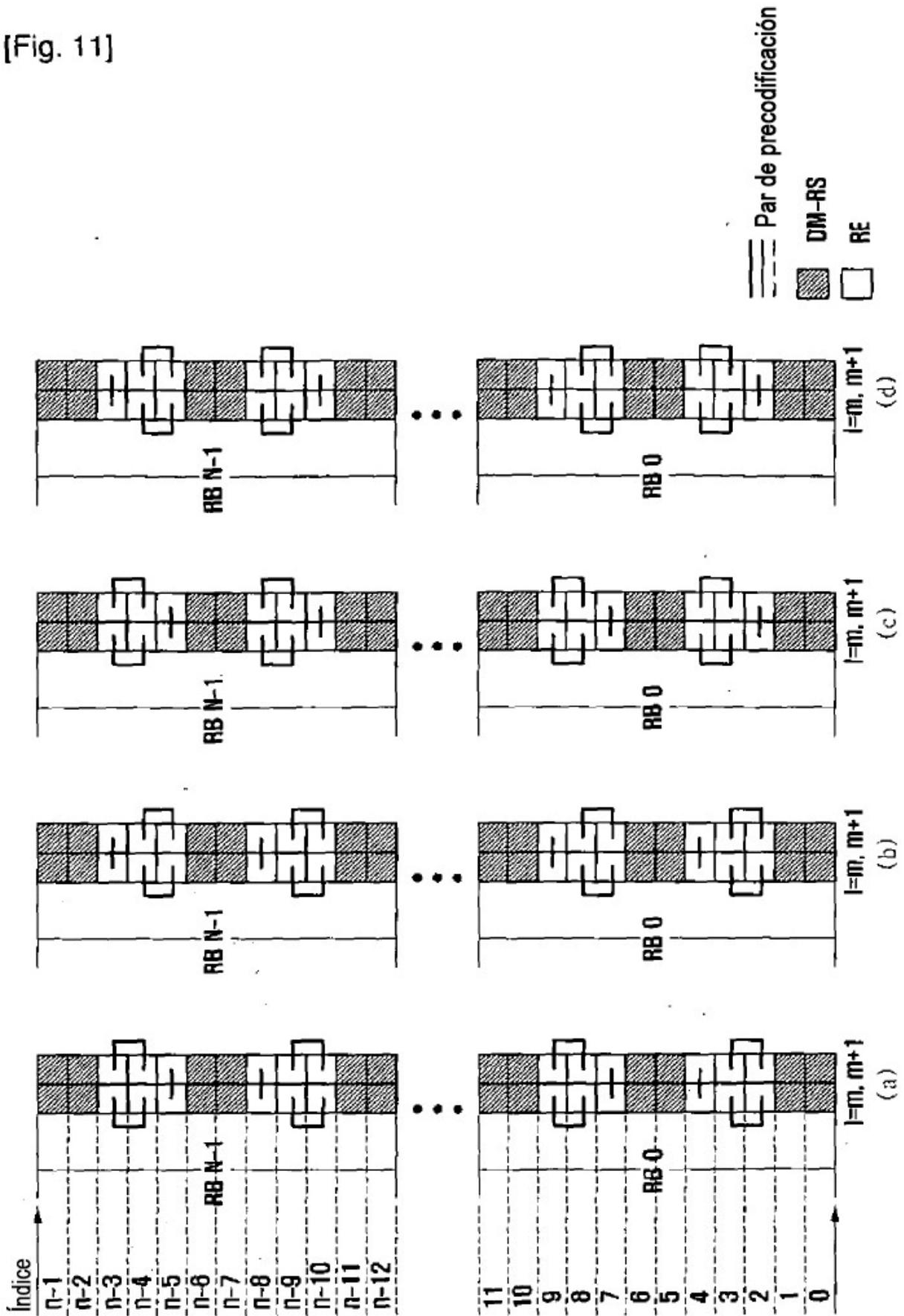
[Fig. 9]



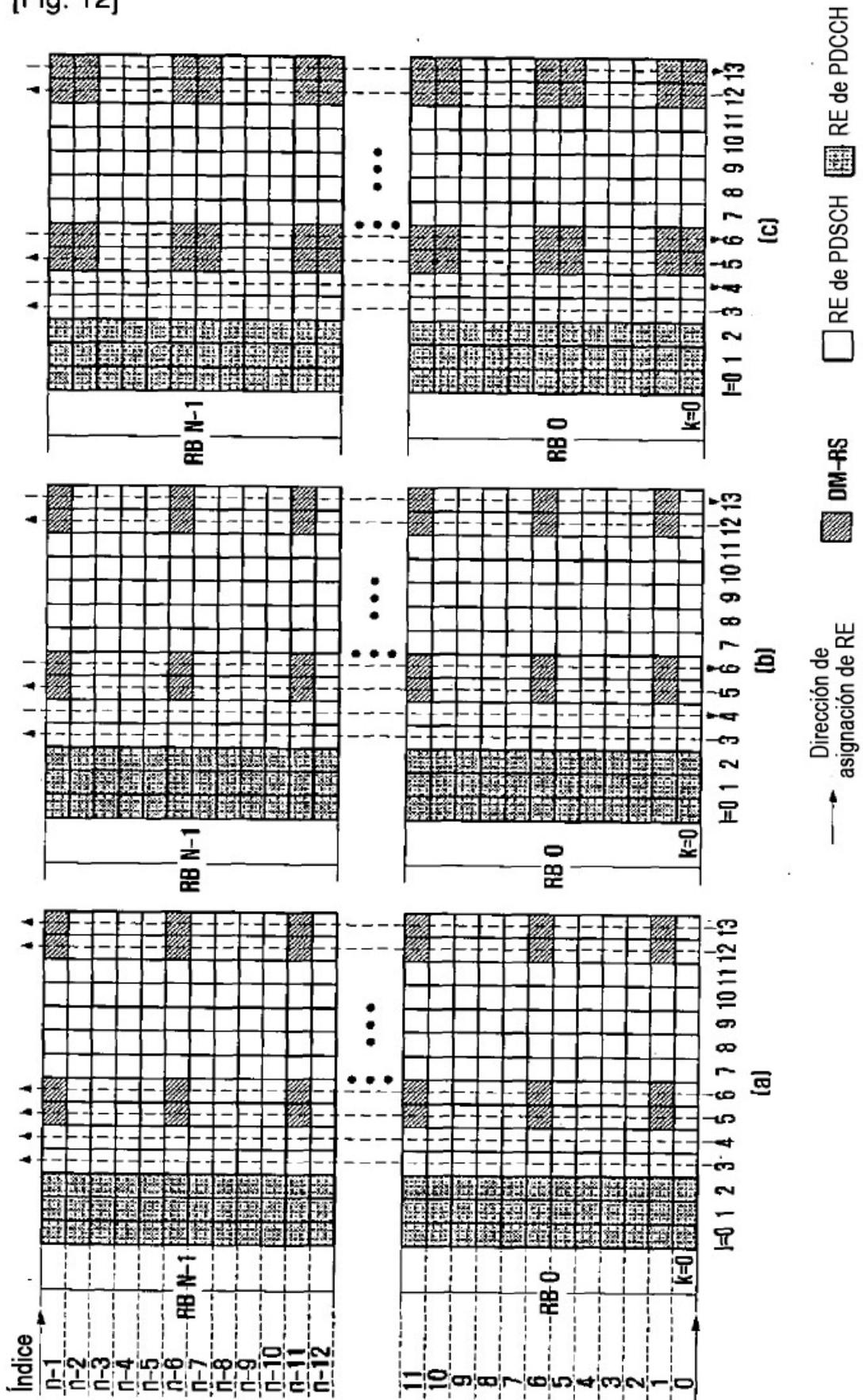
[Fig. 10]



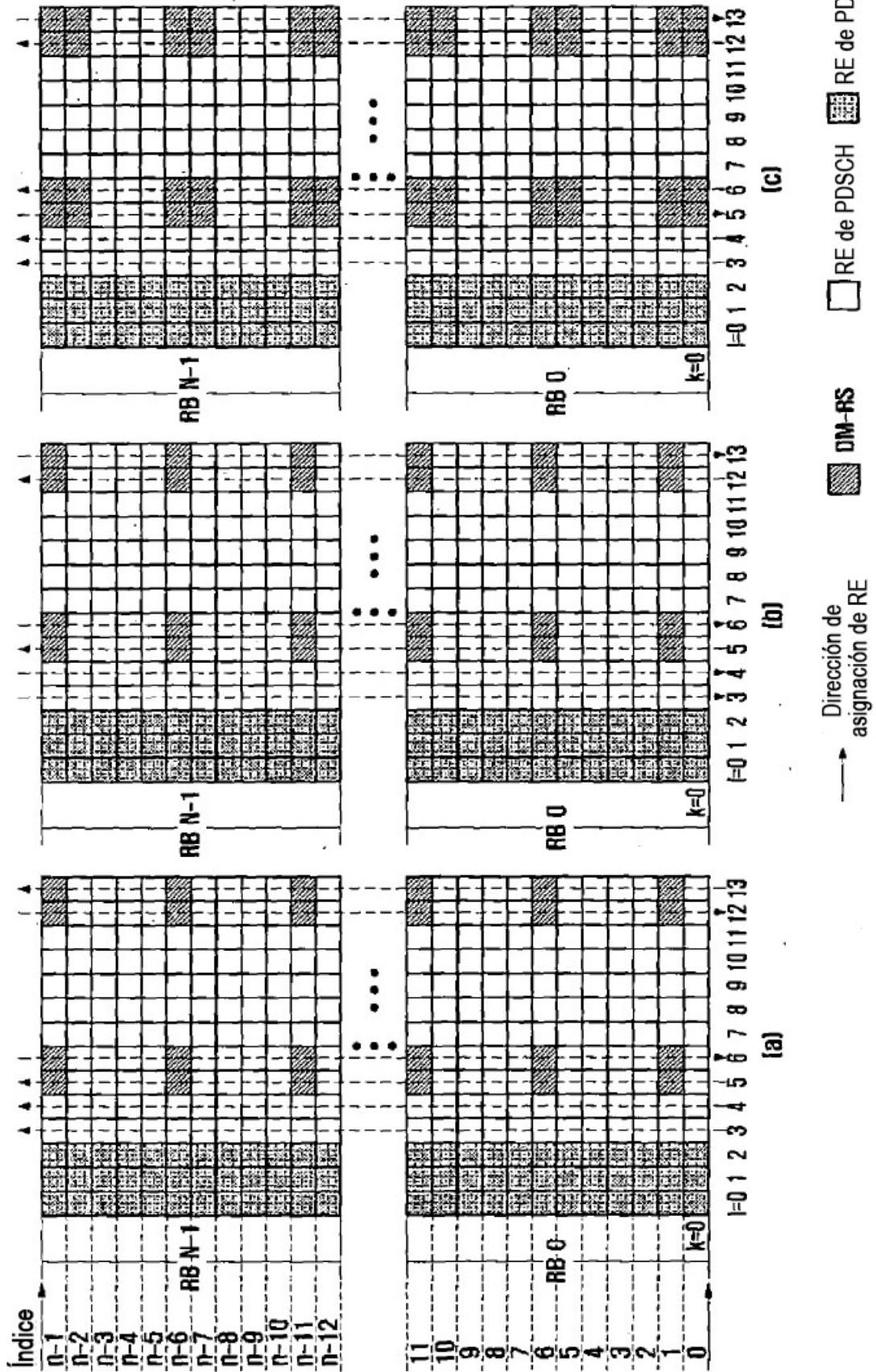
[Fig. 11]



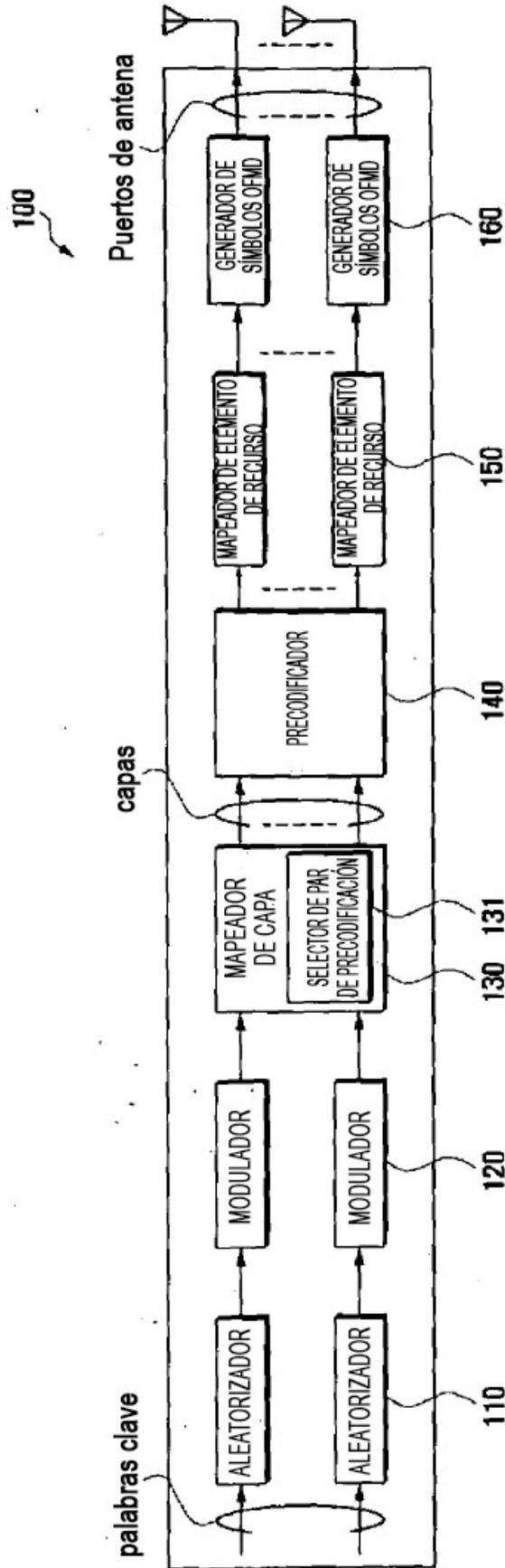
[Fig. 12]



[Fig. 13]

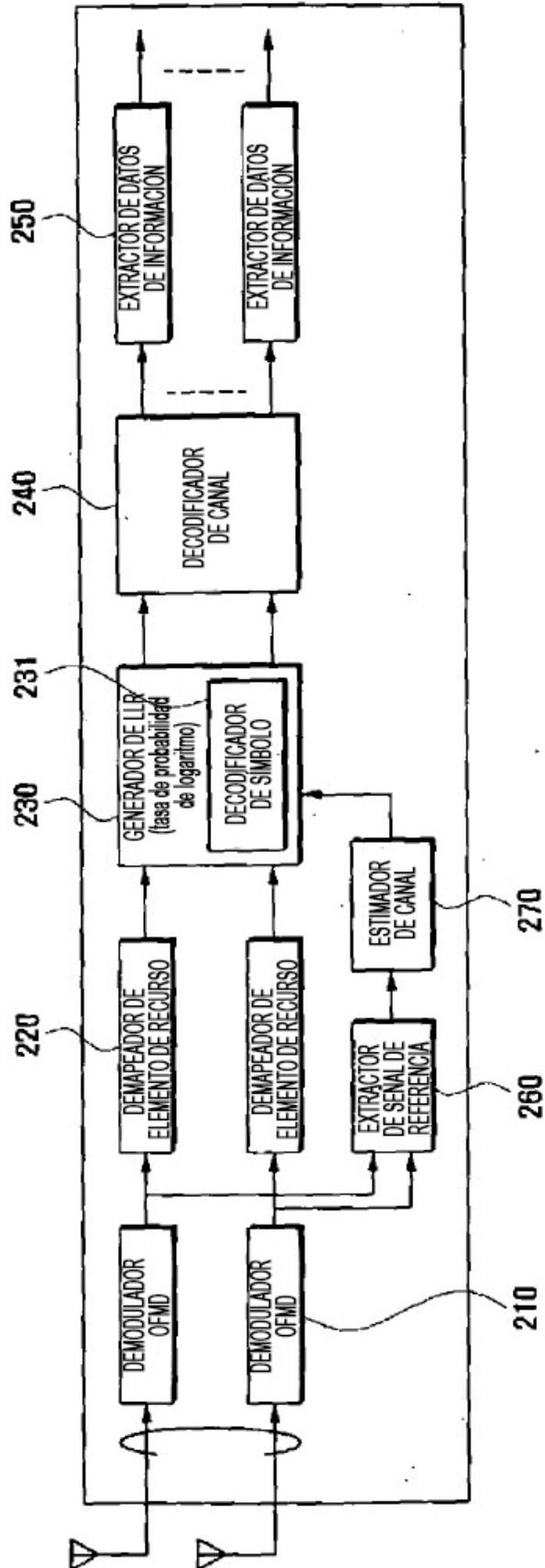


[Fig. 14]

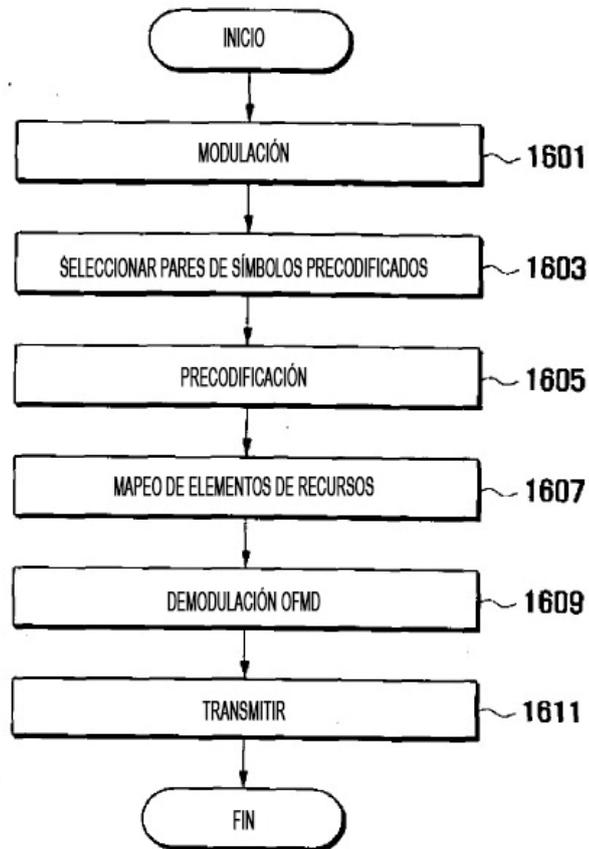


[Fig. 15]

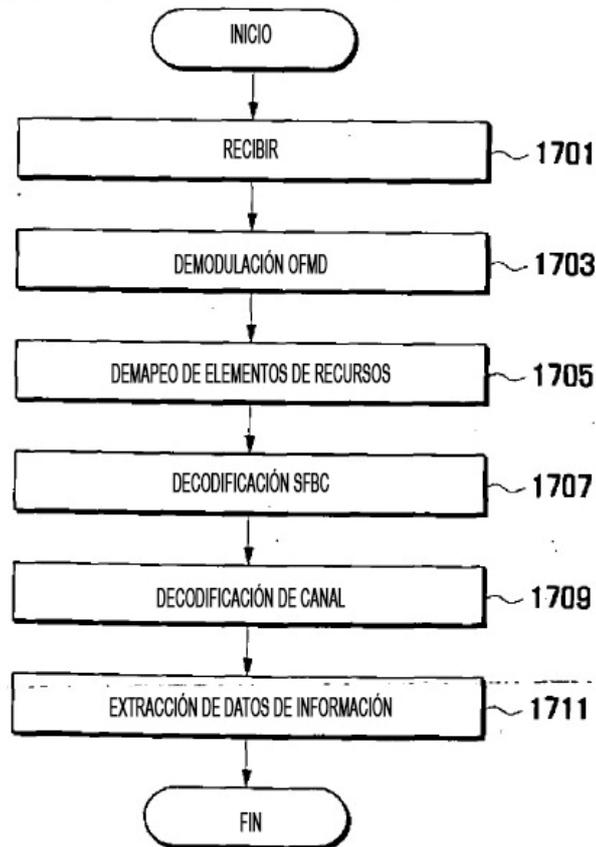
200



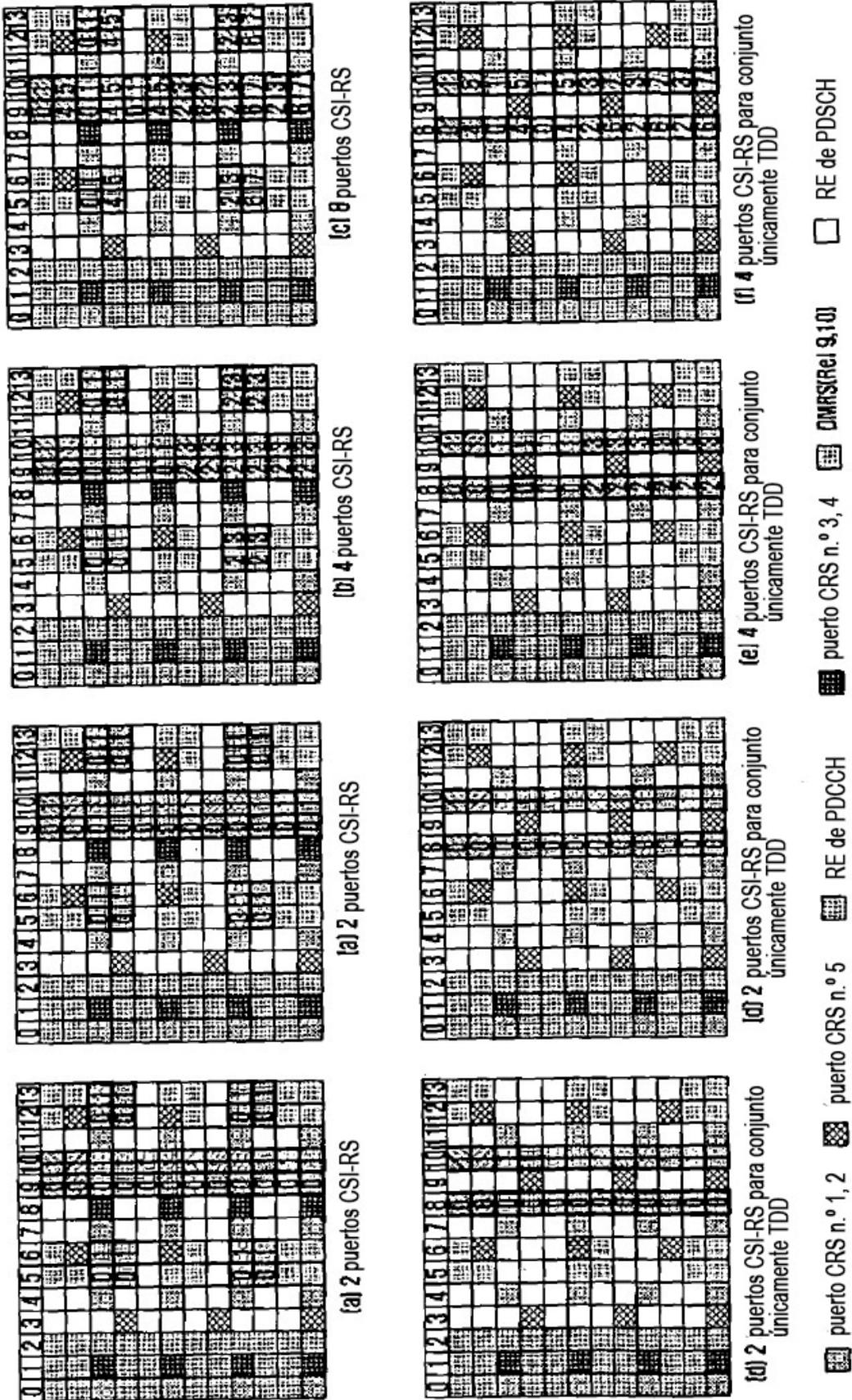
[Fig. 16]



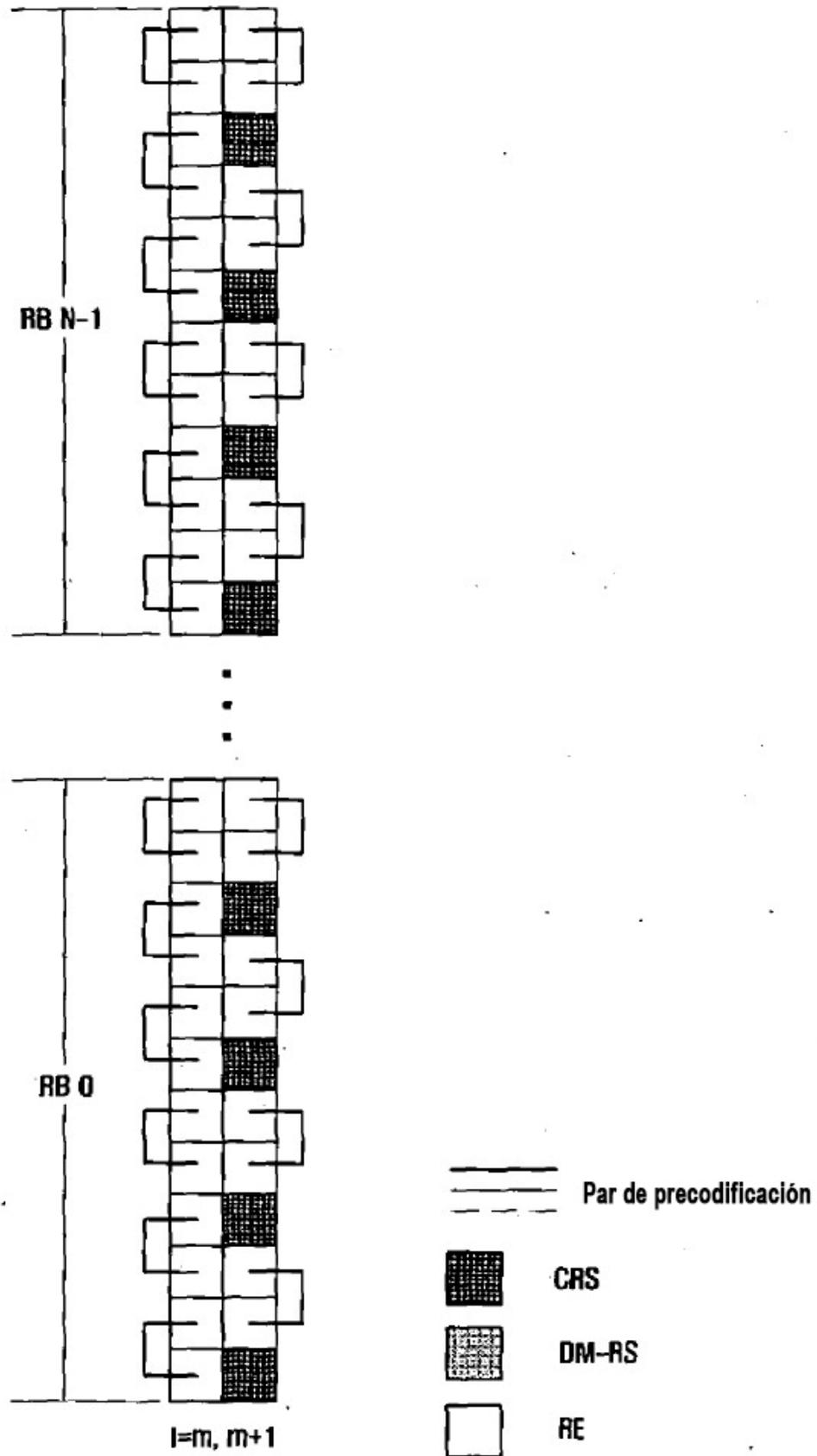
[Fig. 17]



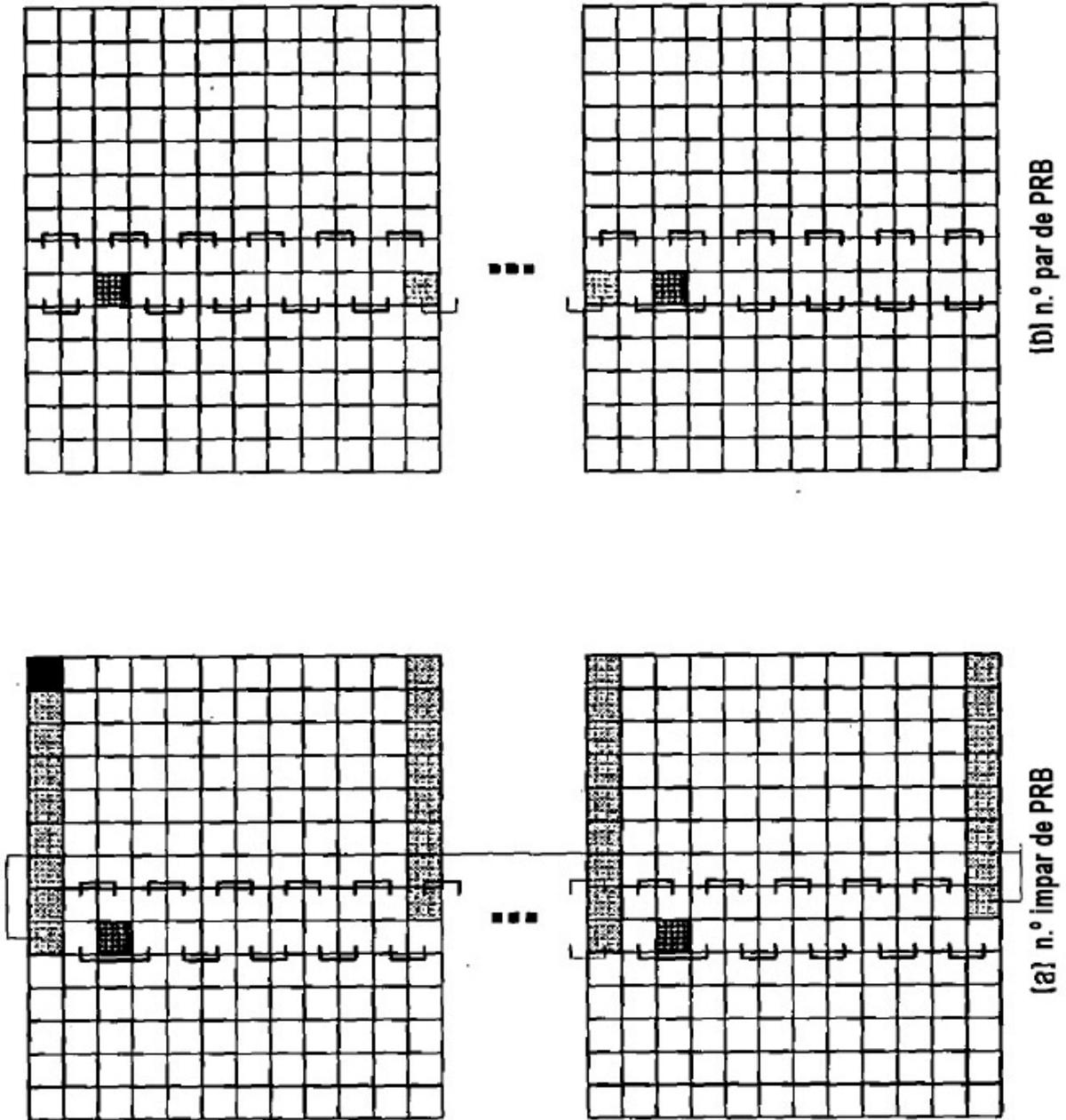
[Fig. 18]



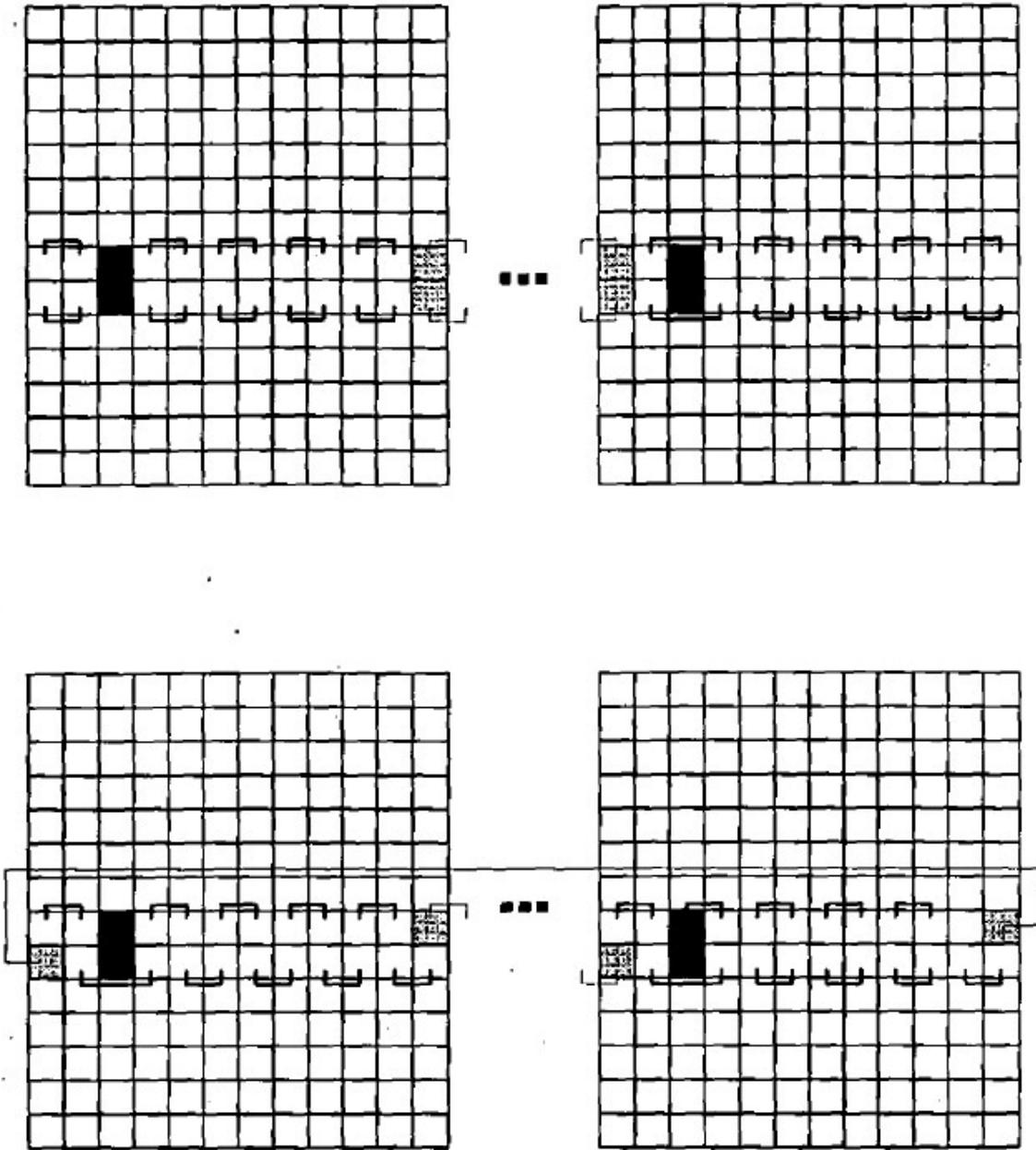
[Fig. 19]



[Fig. 20]



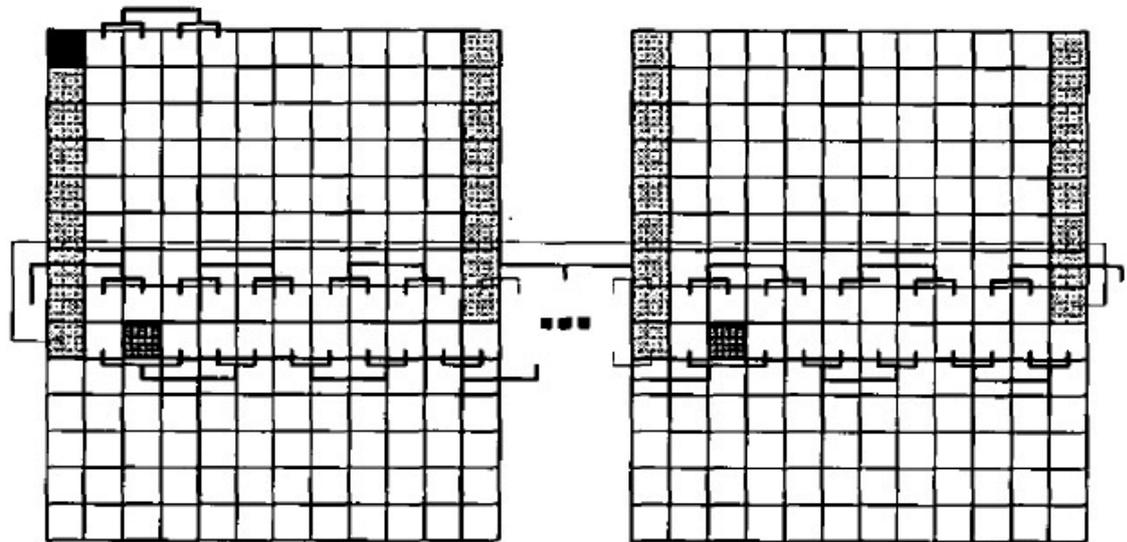
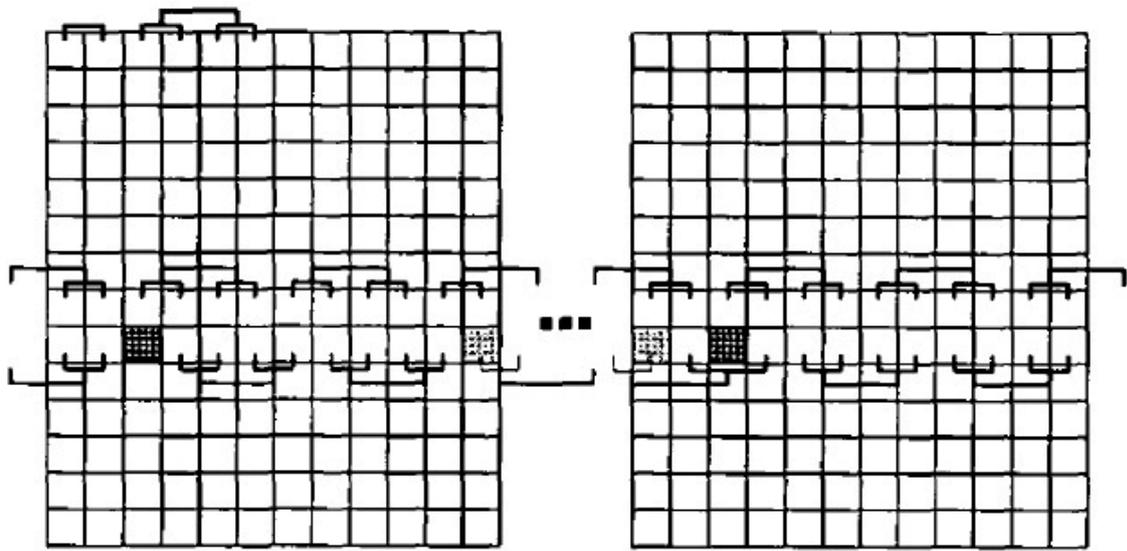
[Fig. 21]



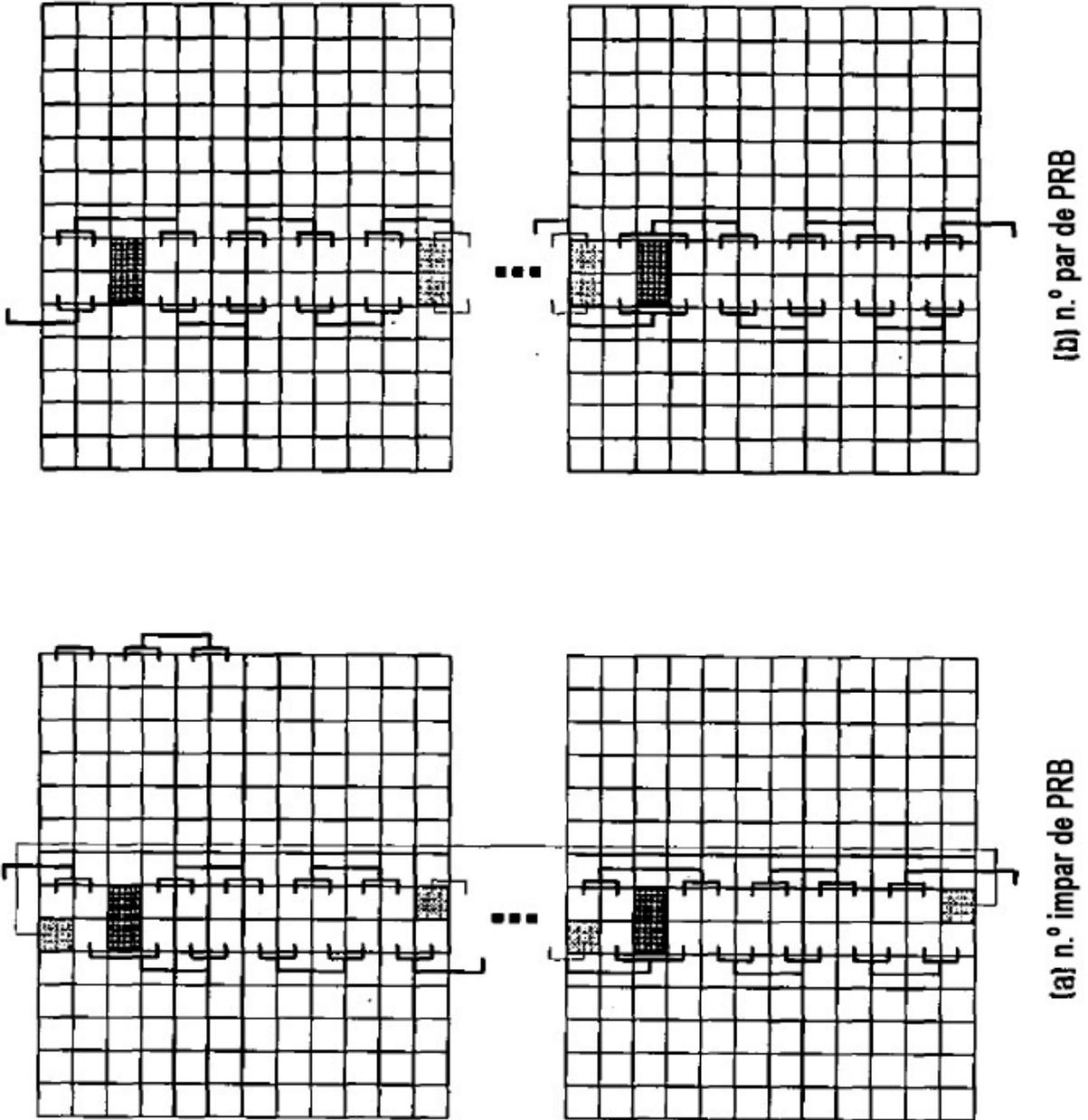
(b) n.º par de PRB

(a) n.º impar de PRB

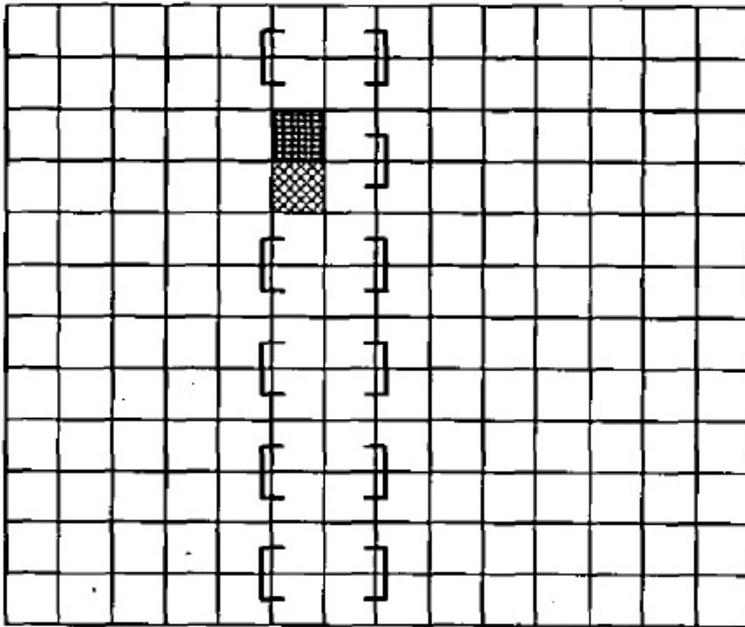
[Fig. 22]



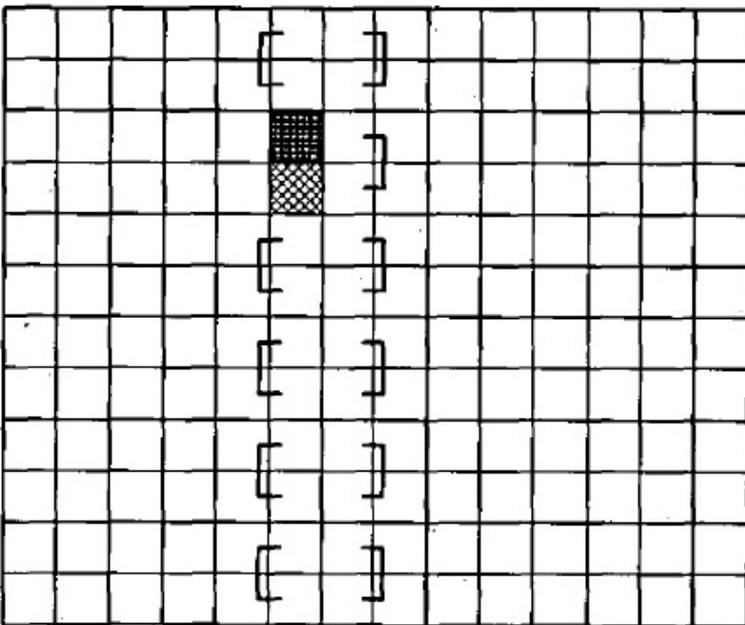
[Fig. 23]



[Fig. 24]

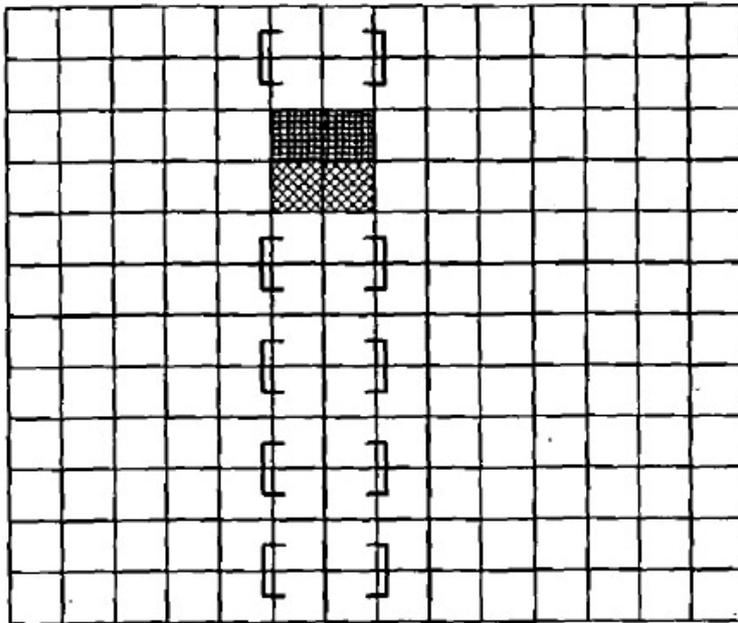


■
■
■

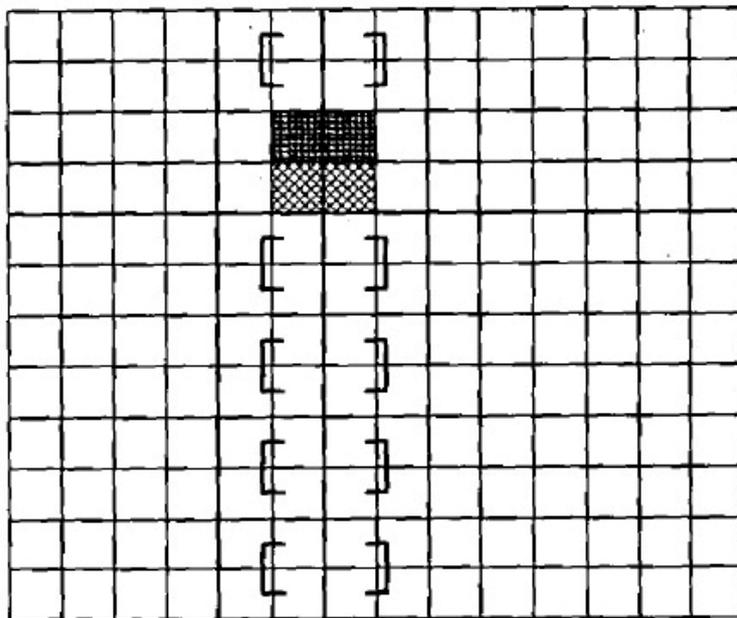


-  CSI-RS
-  Sin transmisión
-  RE de PDSCH

[Fig. 25]

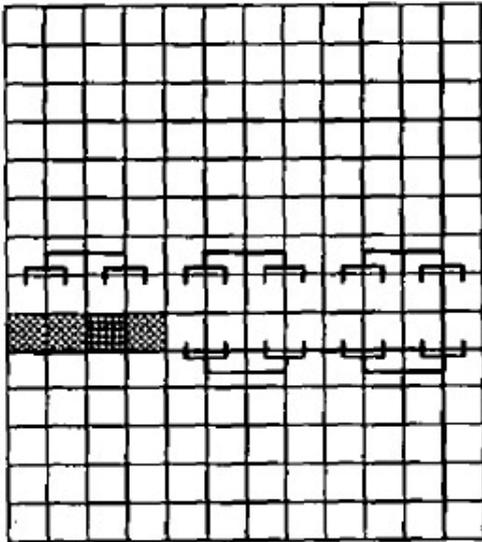


⋮

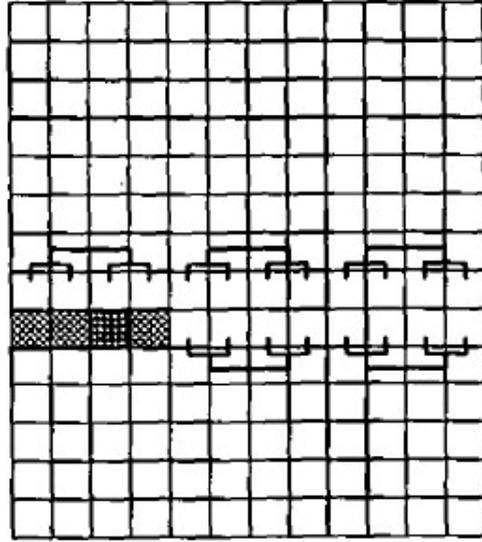


-  CSI-RS
-  Sin transmisión
-  RE de PDSCH

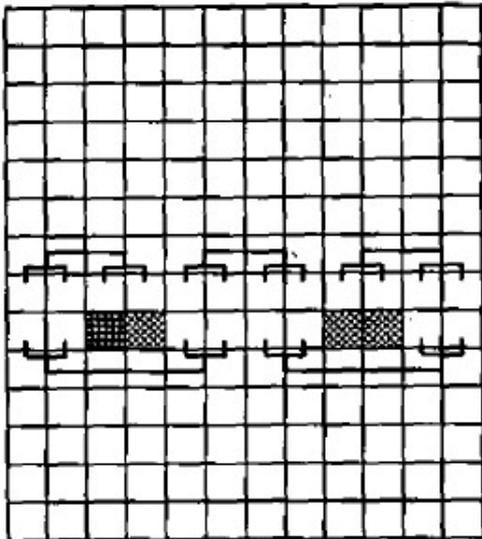
[Fig. 26]



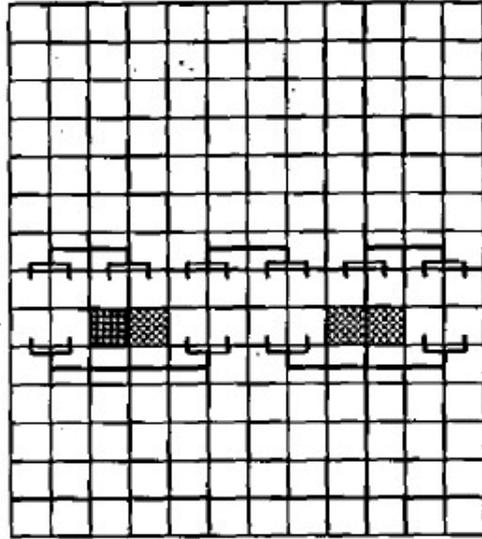
...



(b)

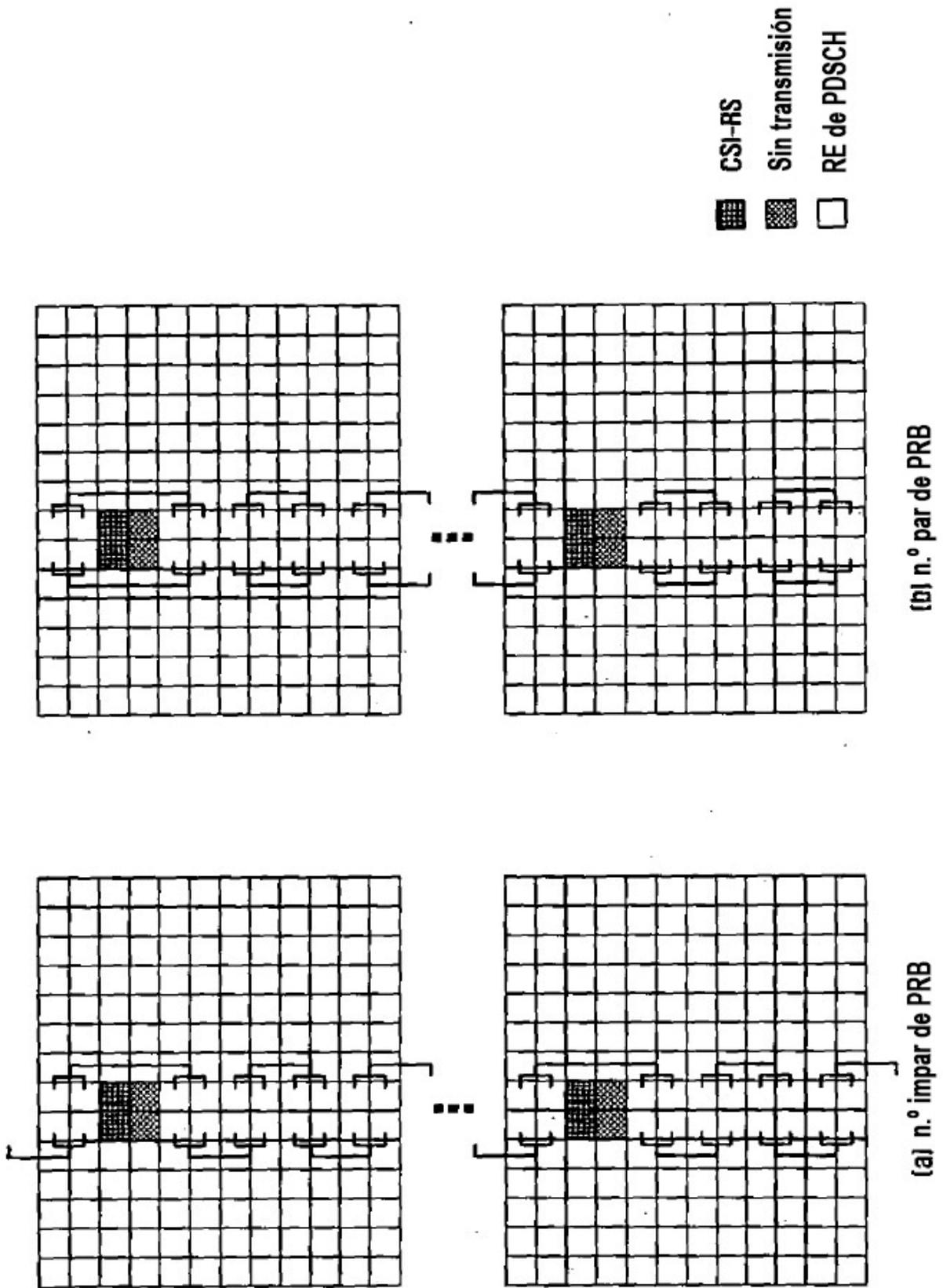


...

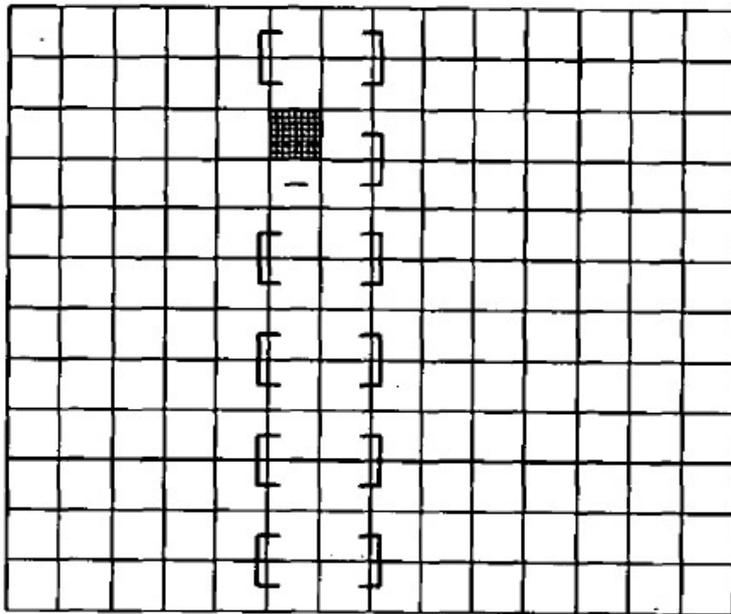


(a)

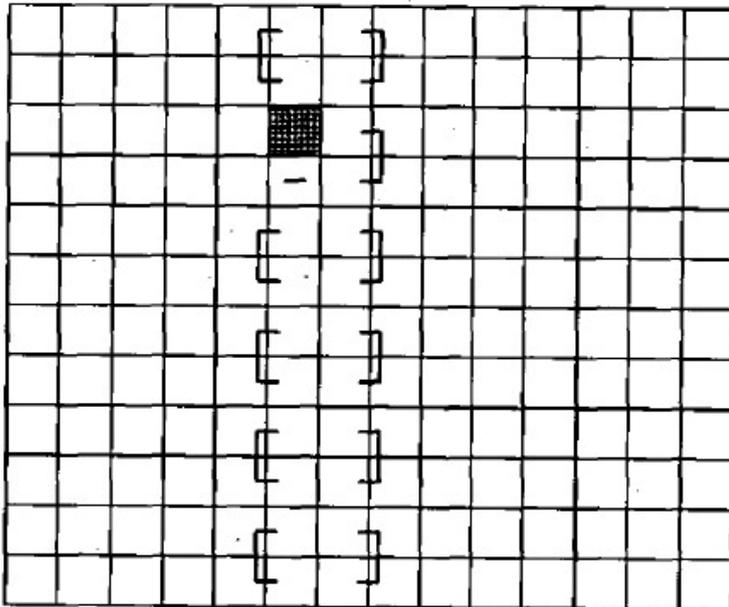
[Fig. 27]



[Fig. 28]

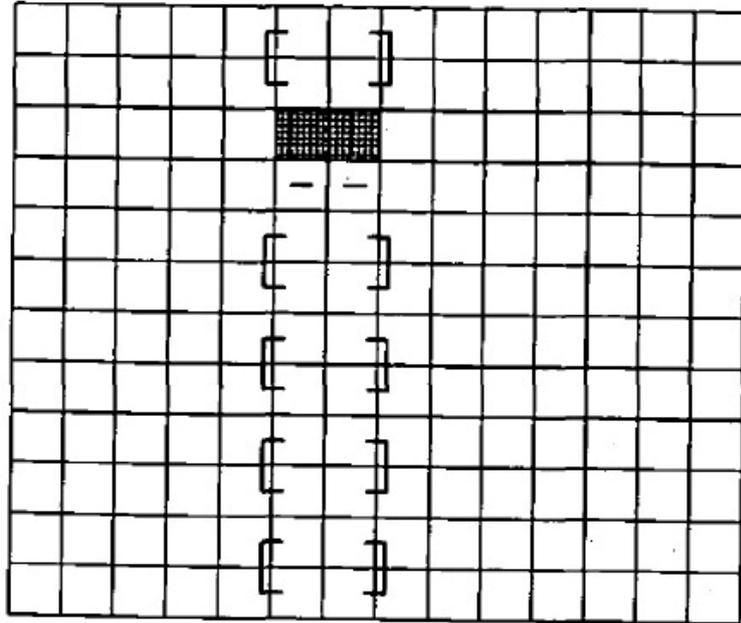


⋮

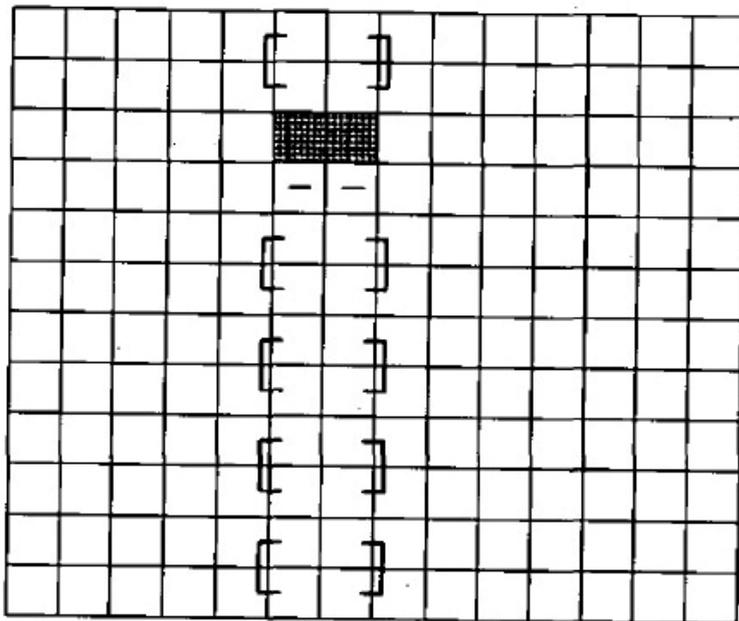


-  CSI-RS
-  Sin precodificación SFBC
-  RE de PDSCH

[Fig. 29]

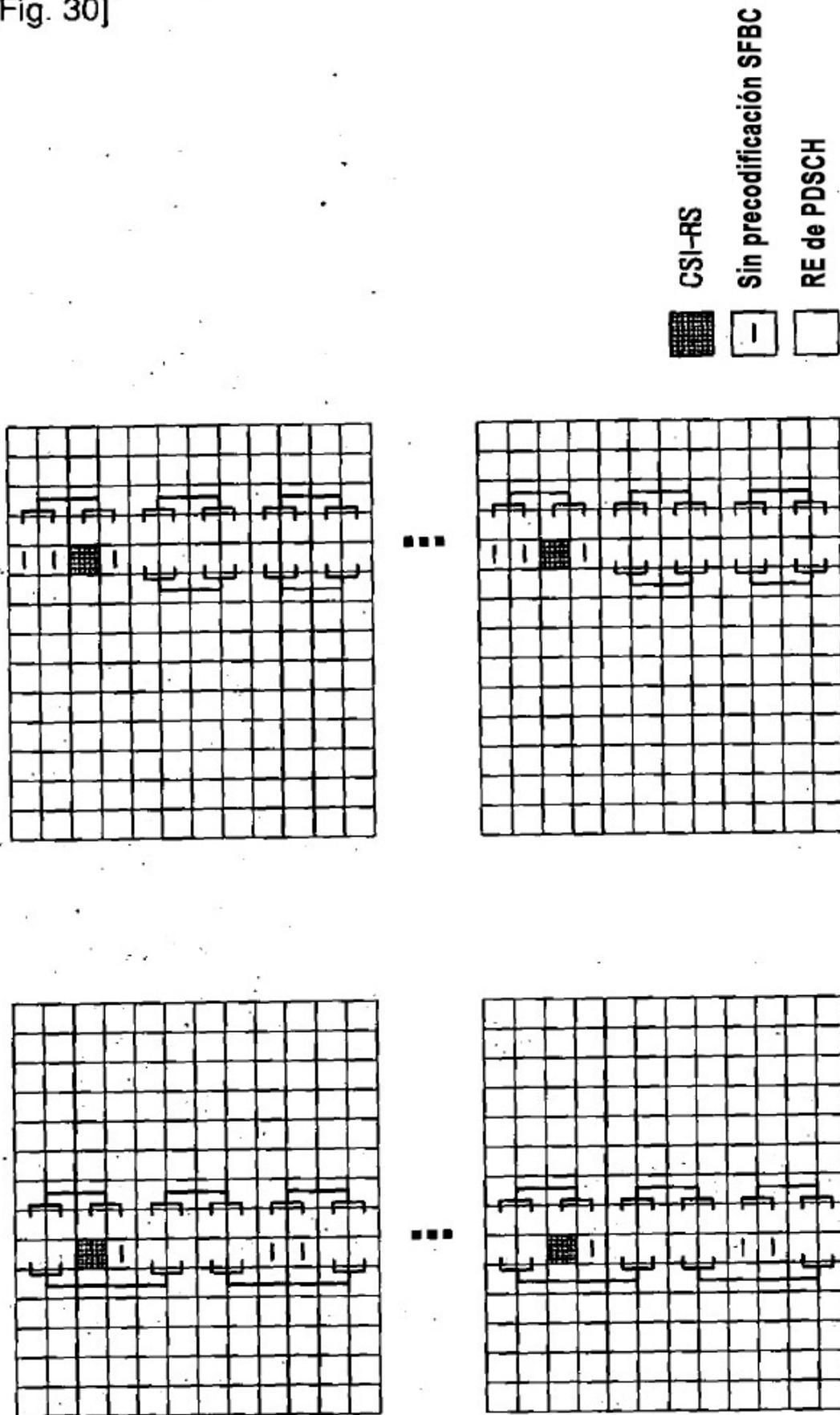


⋮



-  CSI-RS
-  Sin precodificación SFBC
-  RE de PDSCH

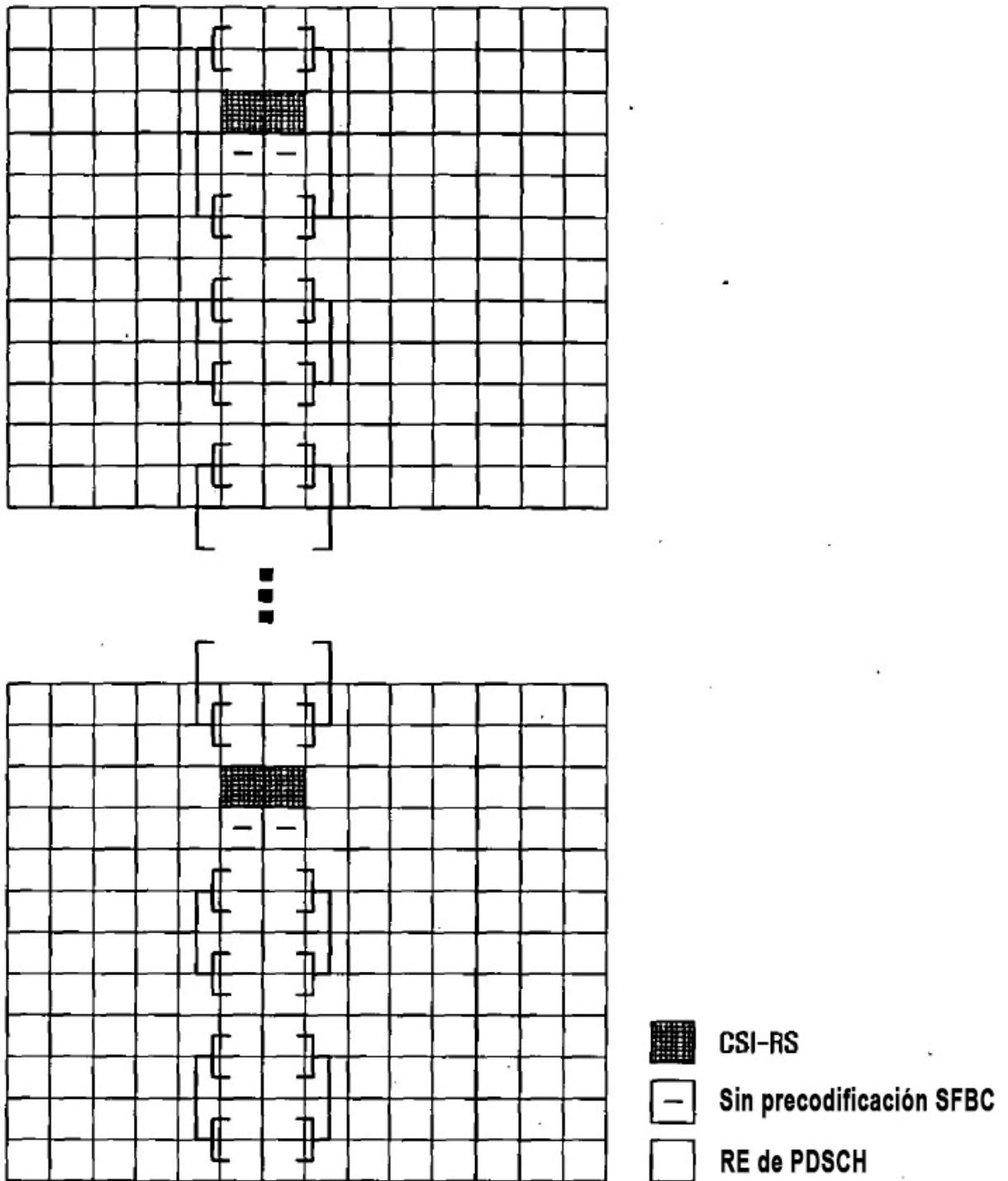
[Fig. 30]



(b)

(a)

[Fig. 31]



[Fig. 32]

