

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 970 144**

51 Int. Cl.:

H04B 7/0456

(2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.04.2022** **E 22170400 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.12.2023** **EP 4092922**

54 Título: **Información de precodificación**

30 Prioridad:

11.05.2021 US 202163187347 P
06.08.2021 US 202163230349 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
27.05.2024

73 Titular/es:

NOKIA TECHNOLOGIES OY (100.0%)
Karakaari 7
02610 Espoo, FI

72 Inventor/es:

TOSATO, FILIPPO y
AHMED, RANA

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 970 144 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

Información de precodificación

5 **Campo**

La presente descripción se refiere a métodos, aparatos y productos de programas informáticos para comunicar información de precodificación entre dispositivos de comunicación.

10 **Antecedentes**

Se pueden establecer sesiones de comunicación entre dos o más dispositivos de comunicación, tales como dispositivos de usuario o terminales, estaciones base/puntos de acceso y/u otros nodos. Una sesión de comunicación se puede proporcionar, por ejemplo, por medio de una red de comunicación y uno o más dispositivos de comunicación compatibles. Un dispositivo de comunicación en un lado de red proporciona un punto de acceso al sistema y está provisto de un aparato de recepción y transmisión de señal apropiado para habilitar comunicaciones, por ejemplo, permitiendo que otros dispositivos accedan al sistema de comunicación. Las sesiones de comunicación pueden comprender, por ejemplo, comunicación de datos para transportar comunicaciones tales como voz, vídeo, correo electrónico (*e-mail*), mensaje de texto, multimedia y/o datos de contenido, y así sucesivamente. Ejemplos no limitativos de servicios proporcionados comprenden llamadas bidireccionales o multidireccionales, comunicación de datos o servicios multimedia y acceso a un sistema de red de datos tal como Internet.

En un sistema de comunicación móvil o inalámbrica, al menos una parte de una sesión de comunicación entre al menos dos dispositivos tiene lugar sobre un enlace inalámbrico o de radio. Ejemplos de sistemas inalámbricos incluyen redes móviles terrestres públicas (PLMN), sistemas de comunicación vía satélite y diferentes redes locales inalámbricas, por ejemplo, redes de área local inalámbricas (WLAN). Un usuario puede acceder al sistema de comunicación más amplio utilizando un dispositivo o terminal de comunicación apropiado. Un dispositivo de comunicación se denomina a menudo equipo de usuario (UE - User Equipment) o dispositivo de usuario. Un dispositivo de comunicación se dota de un aparato de recepción y transmisión de señales apropiado para habilitar comunicaciones, por ejemplo, posibilitar el acceso a una red de comunicación, o las comunicaciones directamente con otros usuarios. Un dispositivo de comunicación puede acceder a una portadora proporcionada por una estación en una red de acceso de radio, por ejemplo una estación base, y transmitir y/o recibir comunicaciones en la portadora.

Una característica de los sistemas modernos es la capacidad de operación de ruta múltiple donde un dispositivo de comunicación puede comunicarse a través de múltiples rutas. La comunicación multi-ruta puede proporcionarse por medio de una disposición conocida como múltiples entradas/múltiples salidas (MIMO).

El sistema de comunicación y dispositivos asociados funcionan típicamente según una norma o especificación dada que establece lo que se permite que hagan las diversas entidades asociadas con el sistema, y cómo debería conseguirse tal cosa. Los protocolos de comunicación y/o parámetros que se deberán usar para la conexión también se definen de forma típica. Un ejemplo de un sistema de comunicaciones es UTRAN (radio de 3G). Otros ejemplos de sistemas de comunicación son la evolución a largo plazo (LTE) de la tecnología de acceso por radio del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS) y las llamadas redes 5G o la Nueva Radio (NR). 5G está siendo estandarizada por el Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP). Las versiones sucesivas de la norma son conocidas como Versiones (Rel - de Releases). Un análisis de normalización de NR de 5G de 3GPP está en curso para mejorar aún más los aspectos de la información de estado de canal de MIMO (CSI).

El documento R1-2.101.011 describe una mejora en la medición e informe de CSI. El documento R1-2101886 describe mejoras de CSI para MTRP y FDD.

El documento R1-2.102.062 describe mejoras de CSI para MTRP y FDD.

Resumen

El objeto de las reivindicaciones independientes se proporciona según algunos aspectos. Algunas realizaciones específicas se definen en las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de los dibujos

La invención se describirá ahora con más detalle, a modo de ejemplo únicamente, con referencia a los siguientes ejemplos y dibujos adjuntos, en los que:

la Figura 1 ilustra un ejemplo de un sistema donde puede practicarse la invención;

la Figura 2 muestra un ejemplo de aparato de control;

la Figura 3 es un ejemplo de componentes del dominio de frecuencia (FD) que están fuera de la ventana de reporte;

las Figuras 4 y 5 son diagramas de flujo de acuerdo con ciertos ejemplos;

5 la Figura 6 es un diagrama de flujo de señalización entre dos dispositivos de comunicación según un ejemplo;

las Figuras 7 y 8 ilustran ventanas de medición e información configuradas según dos ejemplos;

las Figuras 9 y 10 son diagramas de flujo de acuerdo con ejemplos adicionales;

10 la Figura 11 es otro ejemplo de ventanas de medición e información;

las Figuras 12-17 muestran ejemplos de mapeo de índices;

15 la Figura 18 muestra otra solución para resolver el problema de la ventana de acuerdo con una realización;

las Figuras 19-20 muestran métodos según ciertas realizaciones.

Descripción detallada de ejemplos

20 La siguiente descripción proporciona una descripción ilustrativa de algunas posibilidades para la práctica de la invención. Aunque la especificación puede hacer referencia a “la”, “una” o “algunas” realizaciones en varios lugares del texto, esto no significa necesariamente que cada referencia se haga a las mismas realizaciones, o que una característica particular sólo se aplica a una única realización o ejemplo. Las características individuales de diferentes
25 ejemplos y realizaciones también pueden combinarse para proporcionar otras realizaciones.

Los sistemas de comunicación inalámbrica proporcionan comunicaciones inalámbricas a dispositivos conectados en el mismo. Típicamente, un punto de acceso tal como una estación base se proporciona para permitir las comunicaciones. A continuación, se describirán diferentes escenarios usando, como ejemplo de una arquitectura de
30 acceso, una arquitectura de acceso de radio de 5G de 3GPP con capacidad MIMO. Sin embargo, las realizaciones no están necesariamente limitadas a dicha arquitectura. Algunos ejemplos de otros posibles sistemas son la red de acceso por radio del sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS) (UTRAN o E-UTRAN), la evolución a largo plazo (LTE), LTE-A (LTE advanced), la red de área local inalámbrica (WLAN o Wi-Fi), interoperabilidad mundial para el acceso por microondas (WiMAX), Bluetooth®, servicios de comunicaciones personales (PCS),
35 ZigBee®, acceso múltiple por división de código de banda ancha (WCDMA), sistemas que utilizan tecnología de banda ultra-ancha (UWB), redes de sensores, redes ad-hoc móviles (MANET), Internet celular de las cosas (IoT), RAN y subsistemas multimedia de protocolo de Internet (IMS) o cualquier combinación y desarrollo posterior de los mismos.

La Figura 1 muestra un sistema inalámbrico 1 que comprende un sistema de acceso de radio 2. Un sistema de acceso de radio puede comprender uno o una pluralidad de puntos de acceso, o estaciones base 12. Una estación base puede proporcionar una o más celdas. Un punto de acceso puede comprender cualquier nodo que pueda transmitir/recibir señales de radio (por ejemplo, un TRP, una estación base 5G de 3GPP tal como gNB, eNB, un dispositivo de usuario tal como un UE y así sucesivamente).

45 Un dispositivo 10 de comunicaciones está ubicado en el área de servicio del sistema 2 de acceso de radio, y el dispositivo 10 puede comunicarse así con el punto 12 de acceso. Las comunicaciones 11 del dispositivo 10 al punto de acceso 12 se denominan comúnmente enlace ascendente (UL). Las comunicaciones 13 desde el punto de acceso 12 al dispositivo 10 se denominan comúnmente enlace descendente (DL). En el ejemplo, el enlace descendente se muestra esquemáticamente para comprender hasta cuatro haces por polarización en el dominio espacial (SD).

50 Se observa que el sistema de comunicación más amplio solo se muestra como la nube 1 y puede comprender un número de elementos que, sin embargo, no se muestran para mayor claridad. Por ejemplo, un sistema basado en 5G puede estar comprendido por un terminal o equipo de usuario (UE), una red de acceso de radio de 5G (5G RAN) o red de acceso de radio de próxima generación (NG-RAN), una red de núcleo de 5G (5GC), una o más funciones de aplicación (AF) y una o más redes de datos (DN). La 5G-RAN puede comprender uno o más gNodoB (gNB) o una o más funciones de unidad distribuida gNodoB (gNB) conectadas a una o más funciones de unidad centralizadas por gNodoB (gNB). El 5GC también puede comprender entidades tales como la función de selección de segmento de red (NSF); Función de exposición de red; Función de repositorio de red (NRF); Función de control de políticas (PCF);
55 Gestión de datos unificados (UDM); Función de aplicación (AF); Función de servidor de autenticación (AUSF); y Función de gestión de acceso y movilidad (AMF); Función de gestión de sesión (SMF) y así sucesivamente.

El dispositivo 10 puede ser cualquier dispositivo de comunicaciones adecuado adaptado para comunicaciones inalámbricas. Un dispositivo de comunicaciones inalámbricas puede ser proporcionado por cualquier dispositivo capaz de enviar y recibir señales de radio. Ejemplos no limitantes comprenden una estación móvil (MS) (por ejemplo, un dispositivo móvil tal como un teléfono móvil o lo que se conoce como “teléfono inteligente”), un ordenador provisto de una tarjeta de interfaz inalámbrica u otra instalación de interfaz inalámbrica (por ejemplo, dongle USB), asistente de
65

datos personales (PDA) o una tableta provista de capacidades de comunicación inalámbrica, dispositivos de comunicaciones tipo máquina (MTC), dispositivos de comunicaciones tipo Internet de las cosas (IoT) o cualquier combinación de estos o similares. El dispositivo puede proporcionarse como parte de otro dispositivo. El dispositivo puede recibir señales a través de una interfaz aérea o de radio a través de un aparato apropiado para recibir y puede transmitir señales a través de un aparato apropiado para transmitir señales de radio. Las comunicaciones pueden ocurrir a través de múltiples trayectorias. Para habilitar el dispositivo de comunicaciones de tipo MIMO 10 y 12 están provistos de elementos de antena múltiples. Estos se indican esquemáticamente mediante matrices de antenas 14 y 15.

Un dispositivo de comunicaciones tal como el punto de acceso 12 o el dispositivo de usuario 10 está provisto de un aparato de procesamiento de datos que comprende al menos un procesador y al menos una memoria. La Figura 2 muestra un ejemplo de un aparato de procesamiento de datos 50 que comprende un procesador o procesadores 52, 53 y una memoria o memorias 51. La Figura 2 muestra además conexiones entre los elementos del aparato y una interfaz para conectar el aparato de procesamiento de datos a otros componentes del dispositivo.

La al menos una memoria puede comprender al menos una ROM y/o al menos una RAM. El dispositivo de comunicaciones puede comprender otros posibles componentes para su uso en la ejecución asistida por software y hardware de tareas para las que está diseñado, incluido el control de acceso y comunicaciones con sistemas de acceso y otros dispositivos de comunicaciones, e implementación de las características de posicionamiento del dispositivo descritas en la presente memoria. El al menos un procesador puede estar acoplado a la al menos una memoria. El al menos un procesador puede configurarse para ejecutar un código de software apropiado para implementar uno o más de los siguientes aspectos. El código de software puede almacenarse en la al menos una memoria, por ejemplo en la al menos una ROM.

A continuación se describen ciertos aspectos de mediciones, configuraciones y señalización para las operaciones relacionadas con la transmisión inalámbrica de múltiples trayectorias o múltiples haces usando terminología de 5G. En los sistemas basados en dúplex por división de frecuencia (FDD), no se puede asumir la reciprocidad completa de los canales de enlace ascendente y descendente (UL-DL) debido a la distancia de duplexación entre los canales de enlace ascendente (UL) y descendente (DL). Sin embargo, se puede suponer una reciprocidad de canal parcial basándose en propiedades tales como ángulos de salida (AoD), ángulos de llegada (AoA) y retrasos de la ruta múltiple de propagación. Las propiedades de reciprocidad parcial de UL-DL pueden tenerse en cuenta en la señalización entre los dispositivos de comunicación. Por ejemplo, un gNB puede estimar señales de referencia de sondeo de UL (SRS) para adquirir información relacionada con el retardo, tal como componentes del dominio de frecuencia (FD), que pueden ser iguales que una selección de UE realizada a través de la señal de referencia de información de estado de canal de DL (CSI-RS). El gNB puede entonces usar los componentes FD seleccionados para precodificar adicionalmente los recursos CSI-RS conformado por haz que ya contienen haces de dominio espacial (SD). Los puertos CSI-RS deben configurarse para transportar múltiples conjuntos de componentes FD sobre la CSI-RS. Se ha reconocido que es posible mejorar la operación de retroalimentación CSI MIMO al explotar la reciprocidad parcial de enlace ascendente/enlace descendente (UL/DL). La mejora en la medición e informe de CSI puede basarse en la evaluación y, si es necesario, la mejora del libro de códigos de selección de puerto de especificación (por ejemplo, basándose en la selección existente del puerto 3GPP Rel.15/16 Tipo II) donde la información relacionada con el ángulo o los ángulos y el retardo o retardos se estiman en el gNB basándose en SRS utilizando reciprocidad DL/UL del ángulo y retardo, y la CSI de DL restante se informa por el UE. Esto ha dirigido principalmente el duplexado por división de frecuencia de intervalo de frecuencia 1 (FR1) dirigido (FDD) para lograr una mejor compensación entre la complejidad del UE, el rendimiento y la sobrecarga de informes. Por ejemplo, el libro de códigos de selección por puerto de Tipo II (PS) se mejoró en el 3GPP Rel-16 mediante la introducción de la operación de compresión del dominio de frecuencia (FD) al libro de códigos de selección del puerto de la versión II del 3GPP. Dicho libro de códigos mejorado de selección de puerto (PS) de Tipo II (eTipo II) se describe, por ejemplo, en la sección 5.2.2.6 de 3GPP TS 38.214 v16.3.0 de septiembre 2020.

Los libros de códigos de selección de puerto (PS) de tipo II mejorado de 3GPP Rel-16 (eTipo II) comprenden tres componentes de libro de código; la matriz de selección de puerto (W_1), la matriz de compresión basada en Transformada Discreta de Fourier (DFT) (W_f), y la matriz de coeficientes de combinación (W_2). En un ejemplo, la matriz de cuadrícula de haz W_1 es de tamaño $2N_1 N_2 \times 2L$ y proporciona componentes de dominio espacial, una matriz de coeficientes de combinación lineal (LCC) W_2 es de tamaño $2L \times M_v$, aunque la matriz de compresión basada en DFT W_f proporciona información de retardo (cada columna representa la toma de retardo) y tiene tamaño $N_3 \times M_v$. Parámetro N_1 es el número de puertos de antena en el dominio horizontal, N_2 es el número de puertos de antena en el dominio vertical, L son los vectores/haces ortogonales por polarización, y N_3 es el número de subbandas de frecuencia de PMI. M_v es el número de componentes del dominio de frecuencia (FD).

La misma estructura de libro de códigos se adopta en el 3GPP Rel-17 potenciando adicionalmente el libro de códigos PS de Tipo II (FeTipo II) para la reciprocidad de canal de DL-DL parcial en la operación Dúplex por División de Frecuencia (FDD). A continuación se proporciona una visión general de las diferencias en el mecanismo de informe para la matriz de compresión (W_f en PS de FeTipo II en comparación con el libro de códigos PS eTipo II y consecuencias potenciales del mismo.

En el 3GPP Rel-16, la red configura el número M_v de vectores DFT que forman la matriz de compresión W_i , que depende del intervalo informado v , mediante la configuración de una combinación de parámetros *paramCombination-r16*. Componentes M_v se puede entender que denotan bases o componentes del dominio de frecuencia (FD). Más generalmente, este parámetro comprende vectores o componentes apropiados. En las figuras adjuntas, los componentes están definidos por el eje X para indicar la transformación DFT del dominio de frecuencia. Los componentes corresponden a retardos de canal, por lo que el dominio también puede denominarse “dominio de retardo”. Entonces un UE puede seleccionar M_v vectores de longitud N_3 a partir de un libro de códigos de DFT, para cada capa, donde N_3 es el número de subbandas del indicador de matriz de precodificación (PMI), que es igual al tamaño del libro de códigos de DFT. La selección se realiza por separado para cada capa y, por lo tanto, cada W_i se considera específica de capa. El UE selecciona estos vectores DFT del conjunto de libro de códigos completo de N_3 vectores, si $N_3 \leq 19$, mientras que está restringido para seleccionar los vectores de una ventana de tamaño $N = 2M_v$, si $N_3 > 19$. En el mecanismo de ventana, un UE elige la mejor posición para la ventana, siempre que el componente 0 esté incluido en la ventana y la posición de la ventana sea común para todas las capas. En la práctica, el UE selecciona e informa el componente inicial de la ventana, $M_{inicial} \in \{-N + 1, -N + 2, \dots, 0\}$. Obsérvese que un valor negativo de $M_{inicial}$ significa que la ventana envuelve el conjunto de N_3 componentes, es decir, todos los componentes candidatos están representados N_3 .

Un principio de diseño en la notificación de W_i en el 3GPP Rel-16 es que el coeficiente más fuerte para cada capa se encuentra en la primera columna del mapa de bits asociado a los coeficientes no cero de W_2 , que corresponde al componente 0. W_2 , se informa usando un mapa de bits de tamaño $K_1 \times M_v$, el mapa de bits indica la posición de los coeficientes no cero informados y las amplitudes y fases de los coeficientes que se informan en secuencia después de la indicación de mapa de bits, donde $K_1 \leq P$ es el número de puertos CSI-RS que un UE está configurado para seleccionar. Esto se asegura por el UE configurado para aplicar dos desplazamientos cíclicos para cada capa l : un

primer desplazamiento cíclico, $-n_{3,l}^{(f_i^*)}$, se aplica módulo N_3 a todos los componentes M_v de W_i para una capa dada, de modo que el componente del coeficiente más fuerte se mueve a la posición 0. Un segundo desplazamiento cíclico, $-f_l^*$, que está relacionado con el primero, se aplica módulo M_v a las columnas de W_2 , es decir, al mapa de bits del tamaño $2L \times M_v$ y el orden correspondiente en donde se informan los coeficientes de amplitud y fase. Obsérvese que $f_l^* \in \{0, 1, \dots, M_v - 1\}$ es el índice de columna del coeficiente más fuerte de W_2 antes del cambio, mientras que $n_{3,l}^{(f_i^*)}$ es el índice de componente FD del coeficiente más fuerte antes del cambio. Después de estos desplazamientos cíclicos, un UE informa los componentes $M_v - 1$ no cero de W_i en relación con el componente 0, que es, después del cambio, el componente del coeficiente más fuerte. Un UE también informa W_2 después del desplazamiento, de modo que las columnas de W_2 corresponde a los componentes M_v de W_i en orden creciente de su índice: la primera columna de W_2 corresponde al componente 0 (componente del coeficiente más fuerte después del cambio), la segunda columna de W_2 corresponde al primer componente informado de W_i , la tercera columna de W_2 corresponde al segundo componente informado de W_i , etc. El gNB no necesita conocer el f_l^* porque el primer desplazamiento cíclico se aplica a los componentes de W_i antes de la notificación. Este principio explota una propiedad de los vectores de precodificador indicados por un indicador de matriz de precodificación (PMI), cuyo rendimiento no se ve afectado por un desplazamiento cíclico de los componentes en W_i .

Según el 3GPP Rel-16, la posición del coeficiente más fuerte en la matriz W_2 se informa para cada capa porque sirve como referencia de amplitud para los otros coeficientes distintos de cero en W_2 . La posición notificada puede comprender solo el índice de fila porque el gNB puede asumir que la columna es la primera columna. W_2 es específico de capa. Por lo tanto, el gNB que recibe el informe puede esperar que el coeficiente más fuerte esté en el componente 0, es decir, la primera columna de W_2 , y, por lo tanto, el indicador de coeficiente más fuerte (SCI) solo indica el índice de fila, es decir, el índice de fila de W_2 correspondiente a su ubicación. En la práctica, el mecanismo de ventana utilizado en el 3GPP Rel-16 para $N_3 > 19$ funciona de tal manera que el UE cambia el componente del coeficiente más fuerte para cada capa a la posición 0, determina entonces el mejor valor de $M_{inicial}$, común para todas las capas y luego selecciona diferentes componentes M_v para cada capa dentro de una ventana de componente de longitud N comenzando desde $M_{inicial}$. De esta manera, todos los componentes M_v para cada capa, después del desplazamiento

cíclico $n_{3,l}^{(f_i^*)}$, se encuentran dentro de la ventana de informe comenzando desde $M_{inicial}$.

W_i también se puede suponer que es una capa común. En tal caso, los indicadores propuestos tales como $M_{inicial}$ o la posición del coeficiente más fuerte puede ser una capa común.

Para los libros de códigos PS de FeTipo II, el acuerdo actual es que componentes M_v , también conocido como bases del dominio de frecuencia (FD), están limitados dentro de una sola ventana/conjunto de tamaño N . Al menos para el intervalo 1, las bases FD utilizadas para la cuantificación de W_i se limita dentro de una sola ventana/conjunto con tamaño N configurado para el UE. Se ha propuesto que las bases FD en la ventana deben ser consecutivas desde una matriz DFT ortogonal. Una propuesta alternativa es que las bases FD en el conjunto pueden ser consecutivas/no consecutivas y se seleccionan libremente por gNB de una matriz DFT ortogonal. Otras condiciones, como, por ejemplo,

si W_i se puede activar/desactivar y/o el valor asociado de M_v , y si esto se aplica cuando W_f se desactiva, todavía está abierto. Una ventana de medición configurada por el gNB puede restringir la selección de los vectores M_v de W_i y es una capa común. Además, no está claro y puede tener interpretaciones diferentes. Por ejemplo, la ventana se puede usar para limitar la separación máxima entre los componentes M_v para cada capa para $M_v > 1$. Tenga en cuenta que esto es diferente de la ventana en la Rel-16 PS para $N_3 > 19$, donde la ventana $IntS$, de tamaño $2M_v$, es una capa común, por lo tanto limita la separación máxima entre los componentes seleccionados en todas las capas después de alinear los componentes del coeficiente más fuerte. Otra posible interpretación es que la ventana configura un conjunto de vectores DFT para la medición de W_2 , es decir, un UE está configurado para medir (al menos) los vectores DFT en la ventana (pero puede medir más) y seleccionar *componentes* M_v que abarcan N componentes, *es decir*, se ajustan dentro de la ventana configurada, después de un desplazamiento apropiado, si es necesario. Obsérvese que un UE puede calcular más de N componentes y escoger el mejor M_v fuera de la ventana de medición configurada que comprende componentes FD de 0 a $N - 1$, siempre que los componentes seleccionados se ajusten dentro de la ventana después de un desplazamiento cíclico común a todos *los* componentes M_v . De hecho, dos selecciones diferentes de W_i obtenidas entre sí mediante un cambio cíclico producen W_2 diferente, pero se pueden informar como el mismo W_i sin afectar el rendimiento del precodificador.

Son posibles dos alternativas adicionales con respecto a la relación entre los parámetros N y M_v . Los valores candidatos para M_v en Rel-17 son más pequeños que en Rel-16 con solo 1, 2 (y posiblemente 4) que se consideran. El tamaño de la ventana/conjunto de Rel-17 también es menor en comparación con Rel-16 con los valores candidatos más probables que son también 1, 2 y 4. Al menos para el intervalo 1, se ha propuesto la relación entre N y M_v que $N = M_v$, o que $N \geq M_v$. Los valores candidatos de N están en estudio, pero pueden ser, por ejemplo, 2, 4.

Una diferencia entre el mecanismo de ventana/conjunto en Rel-17 de la de Rel-16 es que el gNB realiza la elección de la ventana/conjunto, en lugar del UE al aprovechar la reciprocidad parcial de los retrasos entre el canal UL y DL en la operación FDD. Sin embargo, la posición del coeficiente más fuerte en cada capa se determina en el UE porque los componentes de desvanecimiento rápido del canal no son recíprocos. Por lo tanto, si el mismo principio de diseño que Rel-16 se reutiliza, lo que significa que un gNB espera el coeficiente más fuerte en la primera columna de W_i , es posible que un UE desplace el M_v componentes fuera de la ventana configurada.

Dicho problema fuera de ventana puede ocurrir en el diseño de libro de códigos de selección de puerto Rel-17 (PS), por ejemplo, para configuraciones de W_i con $M_v > 1$. Para ilustrar considere un ejemplo con combinación de parámetros $N = M = 2$ donde la ventana está formada por dos componentes consecutivos de Transformada Digital de Fourier (DFT), 0 y 1. La Figura 3 muestra los componentes del dominio de frecuencia (FD) y la ventana configurada para la red de tamaño $N=2$ para dos capas. Para cada capa, las barras verticales corresponden a los componentes $M_v = 2$ FD. La altura de la barra ilustra la amplitud de los coeficientes de combinación de W_2 para el puerto con el coeficiente más fuerte en cada capa. Se observa que cada capa consiste en $K_1 \leq P$ puertos seleccionados por el UE fuera de los puertos de P CSI-RS totales y, por lo tanto, el tamaño de la matriz W_2 es $K_1 \times M_v$ para cada capa. También se observa que componentes M_v son comunes para todos los puertos en una capa y, en este caso, para todas las capas, es decir, son una capa común. Sin embargo, la Figura 3 solo ilustra las amplitudes de los coeficientes M_v para el puerto donde se encuentra el coeficiente $K_1 M_v$ más fuerte.

Para la capa 1, el coeficiente más fuerte se encuentra en el componente 1 de un puerto, por lo tanto, se aplica un desplazamiento cíclico de -1, módulo $N_3 = 13$, para mover el componente FD del coeficiente más fuerte al componente 0, mediante el uso del mismo principio de diseño que en la Rel-16 PS. El desplazamiento es cíclico porque el componente 0 se desplaza a -1, que corresponde al componente $-1 \bmod 13 = 12$, mientras que el componente 1 se desplaza al componente 0. Para la capa 2, el coeficiente más fuerte se encuentra ya en el componente 0, por lo tanto no es necesario un desplazamiento. Después del desplazamiento en la capa 1, un componente se ha movido fuera de la ventana configurada por el gNB, lo que se muestra en un escenario posible para la capa 1 (A). En un escenario posible para la capa (B), ambos componentes están dentro de la ventana. Debido a la diferencia, un UE necesita señalar una de las dos combinaciones al gNB para cada capa.

El uso de indicadores definidos en la Rel-16 CB sin modificaciones no es posible en Rel-17. De hecho, el indicador $i_{1,5}$ (capa común $M_{inicial}$) definida en el mecanismo de ventana de los CB de selección regular y de puerto de Rel-16 es una capa común y no es posible encontrar una posición de la ventana que sea común para ambas capas en la Figura 7. El indicador $i_{1,6,l}$ (W_i de capa específica) no es adecuado, porque, si el tamaño de la ventana $N = 2$ se reemplaza en la definición de $i_{1,6,l}$ un único punto de código para W_i se obtiene, de la siguiente manera:

$$i_{1,6,l} \in \left\{ 0, 1, \dots, \left(\frac{N-1}{M_v-1} \right) - 1 \right\} = \{0\}. \quad (1)$$

Esto no permite distinguir las dos combinaciones en (A) y (B).

Por lo tanto, al reutilizar los indicadores para W_i definido en Rel-16 cuando W_i está limitado dentro de una ventana de tamaño N , en el caso de la Figura 3 no hay informes de W_i , pero el gNB no sería capaz de distinguir entre los dos W_i para la capa 1 (A) y la capa 2 (B).

El problema fuera de ventana ilustrado en (A) de 3 podría evitarse al no seguir el principio de diseño de Rel-16 de que se encuentra el coeficiente más fuerte en la primera columna de W_2 . El componente del coeficiente más fuerte podría ser cualquiera de los componentes M_v . Sin embargo, este enfoque requeriría cambios engorrosos de las reglas de omisión para la asignación de información de Control de enlace ascendente (UCI) del PMI en parte 2 del informe de CSI que necesitaría cambiar. La omisión de UCI es un mecanismo para que el UE deje parte de la carga útil del PMI cuando el recurso de canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH) no es suficiente para acomodar el informe completo. Las reglas de omisión para los CB Rel-16 Tipo II están diseñadas para asignar un valor de prioridad más alto, $Pri(l,i,f)$, a la primera columna de W_2 , de modo que W_2 se pueda dividir en dos partes asignadas a diferentes grupos de prioridad, de modo que es menos probable que se omita el coeficiente más fuerte para cada capa. Si el coeficiente más fuerte puede estar en cualquiera de los componentes M_v , la probabilidad de omitir el coeficiente más fuerte aumenta, lo que puede afectar el rendimiento en caso de que ocurra la omisión.

Lo siguiente analiza con más detalle ejemplos de una ventana de informe para W_i y una ventana de medición para el W_i . La ventana de informe puede configurarse por una entidad de red, por ejemplo, por el gNB y el UE puede configurarse en consecuencia. El tamaño de la ventana de informe se puede definir de diferentes maneras, ejemplos para esto que se explican en detalle a continuación.

La Figura 4 muestra un diagrama de flujo de un ejemplo para el funcionamiento de un dispositivo que recibe y usa la información de configuración, por ejemplo el dispositivo 10 de la Figura 1. En el método, se proporciona un indicador de matriz de precodificación para un reporte de información de estado de canal configurado con un libro de códigos de selección de puerto tal como información de configuración para configurar una ventana de medición de una matriz de compresión del libro de códigos de selección de puerto, la información de configuración que define el tamaño de la ventana de medición, se recibe en 100. El dispositivo puede entonces seleccionar el número de componentes de la ventana de medición basándose en la información de configuración en 102. Una ventana de informe de la matriz de compresión se indica en 104 basándose en un desplazamiento cíclico de la ventana de medición, de modo que el componente más fuerte en cada capa se desplaza a una posición de componente predefinida. De acuerdo con un ejemplo, el componente más fuerte se desplaza al componente del índice 0.

En la Figura 7 se muestra un ejemplo más detallado de indicaciones específicas de capa de envío de la posición inicial.

Según una posibilidad, la ventana de informe está configurada como una extensión de la ventana de medición. Un ejemplo de esto se muestra en la Figura 8 donde la extensión se fija sin necesidad de informar una indicación de la ventana de informe. En este caso, la operación en el bloque 104 de la Figura 4 comprendería el uso de una configuración recibida de una ventana de informe que define una extensión de la ventana de medición de modo que el componente en el dominio de frecuencia del coeficiente más fuerte en cada capa se desplaza a una posición de componente predefinida. Por ejemplo, el componente más fuerte se desplaza a la posición del componente del índice 0.

La Figura 5 muestra un diagrama de flujo de un ejemplo para el funcionamiento en un dispositivo proporcionado en una red de acceso, por ejemplo el punto de acceso 12 de la Figura 1, para configurar un dispositivo para la información de señalización en relación con las comunicaciones multicanal. En el método el dispositivo envía a 200 información de configuración para configurar una ventana de medición de una matriz de compresión de un libro de códigos de selección de puerto. La información de configuración define el número de componentes de coeficientes de dominio de frecuencia de la ventana de medición. A continuación, se recibe 202 un informe de información de estado de canal que incluye el indicador de matriz de precodificación. Se recibe una ventana de informe de un libro de códigos de selección de puerto basándose en un desplazamiento cíclico de la ventana de medición de modo que el componente de dominio de frecuencia del coeficiente más fuerte en cada capa se desplaza a un componente predefinido, por ejemplo el componente del índice 0. El dispositivo puede reconstruir los precodificadores basándose en el indicador de matriz de precodificación en 204.

Según una alternativa, en lugar de desplazamiento cíclico, la ventana de notificación está configurada como una extensión de la ventana de medición. En la Figura 8 se muestra un ejemplo de esto.

Ejemplos más detallados de posibles formas para el uso de la precodificación agrupada se dan a continuación.

La Figura 6 muestra un diagrama de flujo de señalización de acuerdo con un ejemplo entre dos dispositivos de comunicación, y más particularmente entre un UE 10 y un gNB 12, para la configuración de libro de códigos de selección de puerto, medición e informe donde un tamaño de ventana específico se comunica al UE. Más particularmente, el gNB 12 envía el mensaje 60 al UE, incluyendo el mensaje una configuración de capa superior que incluye un parámetro del lado de la ventana N para restringir la selección de vectores M_v . En el ejemplo, se muestra que la configuración comprende el elemento "*CodebookConfig-r17*".

El UE puede responder con una señal 61 de referencia de sondeo (SRS) donde el gNB puede determinar en 62 un conjunto de pares de vectores de CSI-RS, en dominios espaciales y de frecuencia. El gNB puede aprovechar la reciprocidad de UL-DL parcial, por ejemplo, como se explicó anteriormente. Cada puerto de CSI-RS se precodifica a

63 a través de antenas de transmisión (tx) y unidades de frecuencia con un par de vectores de precodificador. La CSI-RS precodificada se comunica al UE por el mensaje 64.

El UE ahora puede calcular en 65 cantidades de informe de CSI configuradas, por ejemplo, en "CSI-ReportConfig" que incluye el PMI. El PMI informado por el mensaje 66 puede incluir un índice por capa asociado con los vectores M_v seleccionados. A continuación, el gNB puede combinar a 67 el PMI recibido con los pares de vectores de precodificador de CSI-RS determinados en 62 para obtener el precodificador para el canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH) y la Señal de Referencia de Demodulación (DMRS). Los datos precodificados y la DMRS se pueden señalar al UE en 68.

A continuación se explica con más detalle, a modo de ejemplos, una disposición de libro de códigos mejorada para la información de estado del canal de selección del puerto de señalización (PS CSI) donde el UE informa un indicador de matriz de precodificación (PMI) en un informe de información de estado de canal (CSI) configurado con un libro de códigos de selección de puerto en donde los vectores basados en DFT M_v de W_i están restringidos en una ventana de medición configurada de tamaño N y se espera que el coeficiente más fuerte en cada capa esté ubicado en la primera columna del mapa de bits de los coeficientes no cero informados de W_2 . El gNB puede entonces reconstruir los precodificadores a partir del PMI. Uno o más índices del PMI están asociados a una ventana de informe para W_i , que puede ser diferente de la ventana de medición configurada.

Esto puede ser particularmente relevante en el contexto de las operaciones de compresión del dominio de frecuencia (FD). En ciertas aplicaciones, las operaciones de compresión pueden moverse, al menos parcialmente o en la mayoría de partes, del UE al gNB. La mejora se basa en el supuesto de reciprocidad parcial de retardos de agrupación en los canales UL y DL y flexibilidad en el uso de componentes del dominio de frecuencia.

Esta solución se ilustra en la Figura 7. Los componentes no cero $M_v - 1$, si se informan, se indican con respecto a la ventana de informe. La notificación se basa en una ventana de informe específica de capa de tamaño N y punto inicial

$$M_{inicial,l}^R \in \{-N + 1, -N + 2, \dots, 0\}, \text{ para la capa } l = 1, \dots, v.$$

Un índice puede ser informado por capa. El índice puede corresponder al desplazamiento cíclico necesario para mover el componente del coeficiente más fuerte a un componente predefinido, preferiblemente 0. La ventana de medición configurada por el gNB restringe la selección de los vectores M_v de W_i y es una capa común. La ventana de informe puede ser una versión desplazada específica de capa de la ventana de medición común de capa. La ventana de informe se puede obtener basándose en la ventana de medición configurada aplicando el desplazamiento cíclico de modo que el componente del coeficiente más fuerte se mueva al componente 0 y luego se informa un índice al gNB indicando el desplazamiento para cada capa.

Los componentes M_v pueden configurarse para ser consecutivos. El índice asociado a la ventana de informe puede corresponder al componente del coeficiente más fuerte dentro de la ventana de medición configurada. Un cambio cíclico de índice ("un desplazamiento cíclico a la izquierda de índice") puede aplicarse al módulo M_v por el UE a las columnas del W_2 , antes de informar, incluyendo el mapa de bits de coeficientes no cero informados y los índices correspondientes de las amplitudes y fases de estos coeficientes distintos de cero, de modo que el coeficiente más fuerte se mueva a la primera columna. El UE puede configurarse para no informar $M_v - 1$ componentes distintos de cero. Un desplazamiento cíclico de un valor entero negativo, indicado como índice anterior, aplicado a un componente x módulo y es un desplazamiento circular a la izquierda, es decir, resta el índice de x y se expresa por la operación: (índice x) mod y . Por el contrario, un desplazamiento cíclico de un valor entero positivo, el índice se expresa mediante la operación: $(x + \text{índice}) \bmod y$.

Un segundo ejemplo se basa en una ventana de informe de capa común de tamaño $2N - 1$ y punto inicial fijo

$$M_{inicial}^R = -N + 1, \text{ como se muestra en la Figura 8. La ventana de informes se puede obtener a partir de la ventana de medición configurada extendiendo la ventana de medición en un lado con adición adicional } N - 1 \text{ componentes consecutivos. Como anteriormente, } M_v - 1 \text{ componentes no cero, si se informan, se indican con respecto a la ventana de informes.}$$

Es posible que el componente más fuerte ya esté en la primera posición componente (componente 0 en las Figuras 7 y 8). En tal caso, el UE puede usar selectivamente una ventana de informe que corresponde a la ventana de medición. De acuerdo con un ejemplo, un UE puede configurarse para ser capaz de determinar si la pulsación más fuerte en cualquiera de las capas está en un componente diferente en donde el primer componente y en respuesta a la misma aplican selectivamente cambios a la ventana de notificación desde la ventana de medición. Si es necesario, el UE puede indicar selectivamente los cambios en el gNB. Las Figuras 9, 10 y 11 se refieren a un ejemplo donde el tamaño de la ventana de medición y la posición como tal se mantienen. En cambio, el UE toma otra acción en vista de los componentes más fuertes, como se explicará con más detalle más adelante en su memoria descriptiva.

En una configuración más específica, aplicable, por ejemplo, a la selección de puerto (PS) de tipo Rel-17 de 3GPP, y donde $N = M_v = 2$, los ejemplos de las Figuras 7 y 8 permiten la notificación de un índice binario por capa. En otras configuraciones posibles con $N = M_v > 2$ o $N > M_v \geq 2$ y una restricción adicional de que los componentes M_v deben ser consecutivos, el ejemplo de la Figura 7 puede ser más eficiente en términos de sobrecarga de señalización en comparación con el segundo ejemplo. También debe tenerse en cuenta que, en estos casos, el primer ejemplo también puede describirse como informar un índice $i \in \{0, 1, \dots, M_v - 1\}$ para cada capa $l = 1, \dots, v$, correspondiente al componente del coeficiente más fuerte antes del desplazamiento cíclico. Este índice, índice_l , es igual a f_l^* , y, por lo tanto, puede notificarse como un índice de columna del indicador de coeficiente más fuerte. No hay ninguna notificación adicional de que W_l puede ser necesario si los componentes están configurados para ser consecutivos.

Un UE puede aplicar un desplazamiento cíclico $-\text{índice}_l = -f_l^*$ a las columnas del W_2 , incluyendo el mapa de bits de coeficientes no cero informados y las matrices de amplitudes y fases de estos coeficientes distintos de cero, de modo que el coeficiente más fuerte se mueve a la primera columna. W_2 es una matriz $K_1 \times M_v$ de coeficientes complejos para cada capa donde solo se informan coeficientes de combinación no cero. Los componentes de W_l , si se informan, se informa con referencia al componente del índice más bajo, en lugar del componente del coeficiente más fuerte, de modo que $M_v - 1$ componentes informados que garantiza siempre que estén dentro de la ventana de medición del tamaño N configurada por el gNB. En la práctica, el UE puede aplicar un desplazamiento cíclico a los

componentes de W_l igual al índice del primer componente, $-n_{3,l}^{(0)}$, en lugar de $-n_{3,l}^{(f_l^*)}$ como sería el caso en Rel-16. El gNB, en la reconstrucción del PMI, puede aplicar un desplazamiento cíclico opuesto, índice_l , a las columnas del W_2 reconstruido, de modo que se corresponden uno a uno a los componentes de W_l en orden ascendente de índice: la primera columna de W_2 , después del desplazamiento índice_l , corresponde al componente del índice 0, la segunda columna de W_l al componente del índice más bajo entre el $M_v - 1$ informado del componente (es decir, al primer componente informado), etc., hasta que la última columna de W_l correspondiente al último de los $M_v - 1$ componentes notificados. De forma equivalente, el gNB puede obtener los componentes de W_l para la capa l después de aplicar el

desplazamiento cíclico: $(n_{3,l}^{(f)} - n_{3,l}^{(\text{índice}_l)}) \bmod N_3$. En este caso, el gNB aplicaría los W_2 sin desplazamientos cíclicos.

Lo siguiente describe otros detalles posibles para modificar los índices $i_{1,5}$ e $i_{1,6,l}$ introducidos en 3GPP Rel-16.

En el primer ejemplo, M_v vectores de W_l para capa $l = 1, \dots, v$, pueden identificarse mediante $M_{\text{inicial},l}^R$, y $n_{3,l}$

$$M_{\text{inicial},l}^R \in \{-N + 1, -N + 2, \dots, 0\} \quad (2)$$

$$n_{3,l} = [n_{3,l}^{(0)}, \dots, n_{3,l}^{(M_v-1)}] \quad (3)$$

Donde $M_{\text{inicial},l}^R$ se indica por medio de un índice $i_{1,5,l}$ con conjunto de valores

$$i_{1,5,l} \in \{0, 1, \dots, N - 1\} \quad (4)$$

y $n_{3,l}$ se indica mediante un índice combinatorio $i_{1,6,l}$ con conjunto de valores

$$i_{1,6,l} \in \left\{0, 1, \dots, \binom{N-1}{M_v-1} - 1\right\}. \quad (5)$$

Esto se ilustra en la Figura 7. El mapeo de $M_{\text{inicial},l}^R$ a $i_{1,5,l}$ y el mapeo de los índices no cero de $n_{3,l}^{(f)}$ en la ventana de informe para la capa l $i_{1,6,l}$ puede reutilizar la descripción en la Sección 5.2.2.2.5 de TS 38.214 Re-16 con las

siguientes modificaciones: M_{inicial} se reemplaza por $M_{\text{inicial},l}^R$ de (2) y $2M_v$ se reemplaza por N . Más precisamente: $M_{\text{inicial},l}^R$ se indica mediante $i_{1,5,l}$, que se informa y proporciona por

$$i_{1,5,l} = \begin{cases} M_{\text{inicial},l}^R & M_{\text{inicial},l}^R = 0 \\ M_{\text{inicial},l}^R + N & M_{\text{inicial},l}^R < 0 \end{cases} \quad (6)$$

Solo los índices distintos de cero $n_{3,l}^{(f)} \in \text{IntS}$, donde $\text{IntS} = \{(M_{\text{inicial},l}^R + i) \bmod N_3, i = 0, 1, \dots, N-1\}$, se informa, donde los índices $f = 1, \dots, M_v - 1$ se asignan de modo que $n_{3,l}^{(f)}$ aumenta a medida que f aumenta. Si

$$n_l^{(f)} = \begin{cases} n_{3,l}^{(f)} & n_{3,l}^{(f)} \leq M_{\text{inicial},l}^R + N - 1 \\ n_{3,l}^{(f)} - (N_3 - N) & n_{3,l}^{(f)} > M_{\text{inicial},l}^R + N - 1 \end{cases} \quad (7)$$

5 entonces $i_{1,6,l} = \sum_{f=1}^{M_v-1} C(N - 1 - n_l^{(f)}, M_v - f)$, donde $C(x, y)$ se da en la Tabla 5.2.2.2.5-4 de 3GPP TS 38.214-Rel-16.

Para operar según la Figura 7, el UE puede configurarse para aplicar un desplazamiento cíclico de $-n_{3,l}^{(f_l^*)}$ a los componentes de W_l , módulo N_3 : $n_{3,l}^{(f)} = (n_{3,l}^{(f)} - n_{3,l}^{(f_l^*)}) \bmod N_3$. El UE puede aplicar un desplazamiento cíclico de $-f_l^*$ a las columnas de W_2 , módulo M_v : $f = (f - f_l^*) \bmod M_v$. El UE puede informar $n_{3,l}^{(f)}$ para $f = 1, \dots, M_v - 1$, después de que el desplazamiento usa $\left\lceil \log_2 \left(\frac{N-1}{M_v-1} \right) \right\rceil$ bits. El UE también puede informar $-M_{\text{inicial},l}^R \in \{0, 1, \dots, N-1\}$, para capa / usando $\lceil \log_2 N \rceil$ bits. El UE informa la posición del coeficiente de capa más fuerte / por medio de i_l^* , con $i_l^* \in \{0, 1, \dots, K_1 - 1\}$ usando $\lceil \log_2 K_1 \rceil$ bits. En el segundo ejemplo, M_v vectores de W_l , para capa $l = 1, \dots, v$, se identifican $n_{3,l}$ de (3), indicado por un índice combinatorio $i_{1,6,l}$ con conjunto de valores

$$i_{1,6,l} \in \left\{ 0, 1, \dots, \left(\frac{2(N-1)}{M_v-1} \right) - 1 \right\} \quad (8)$$

20 El mapeo de los índices no cero de $n_{3,l}^{(f)}$ en la ventana de informes para la capa l a $i_{1,6,l}$ puede reutilizar la descripción en Sec. 5.2.2.2.5 de 3GPP TS 38.214-Rel-16 con las siguientes modificaciones: M_{inicial} se reemplaza por $M_{\text{inicial}}^R = -N + 1$ para todas las capas y $2M_v$ se reemplaza por $2N - 1$ Más precisamente:

Solo los índices distintos de cero $n_{3,l}^{(f)} \in \text{IntS}$, donde $\text{IntS} = \{(-N + 1 + i) \bmod N_3, i = 0, 1, \dots, N-1\}$, se informan donde los índices $f = 1, \dots, M_v - 1$ se asignan de modo que $n_{3,l}^{(f)}$ aumenta a medida que f aumenta. Si

$$n_l^{(f)} = \begin{cases} n_{3,l}^{(f)} & n_{3,l}^{(f)} \leq 0 \\ n_{3,l}^{(f)} - (N_3 - 2N + 1) & n_{3,l}^{(f)} > 0 \end{cases} \quad (9)$$

30 Entonces $i_{1,6,l} = \sum_{f=1}^{M_v-1} C(2N - 2 - n_l^{(f)}, M_v - f)$, donde $C(x, y)$ se da en la Tabla 5.2.2.2.5-4 de 3GPP TS 38.214-Rel-16.

Para operar según la Figura 8, el UE puede configurarse para aplicar un desplazamiento cíclico de $-n_{3,l}^{(f_l^*)}$ a los componentes de W_l , módulo N_3 : $n_{3,l}^{(f)} = (n_{3,l}^{(f)} - n_{3,l}^{(f_l^*)}) \bmod N_3$. El UE puede aplicar un desplazamiento cíclico de $-f_l^*$ a las columnas de W_2 , módulo M_v : $f = (f - f_l^*) \bmod M_v$. El UE informa $n_{3,l}^{(f)}$ para $f = 1, \dots, M_v - 1$, después del cambio mediante el uso de $\left\lceil \log_2 \left(\frac{2N-2}{M_v-1} \right) \right\rceil$ bits, y el UE notifica la posición del coeficiente de capa más fuerte / por medio de i_l^* , con $i_l^* \in \{0, 1, \dots, K_1 - 1\}$ usando $\lceil \log_2 K_1 \rceil$ bits

Para un caso especial de $N = M_v = 2$ ambos ejemplos anteriores requieren solo una señalización de 1 bit por capa. En particular, para el primer ejemplo, solo $i_{1,5,l} \in \{0,1\}$ se informa y $i_{1,6,l} = 0$ y no se informa. Por otro lado, para el segundo ejemplo, solo $i_{1,6,l} = \{0,1\}$ se informa.

En el caso $N = M_v > 2$, sin embargo, el primer ejemplo requiere menos bits que el segundo ejemplo. En particular, para el primer ejemplo, solo $i_{1,5,l} \in \{0,1,\dots, M_v - 1\}$ se informa e $i_{1,6,l} = 0$ y no se informa. Por lo tanto, se necesitan $\lceil \log_2 M_v \rceil$ bits por capa. Por otro lado, el segundo ejemplo se vuelve rápidamente ineficiente ya que requiere 3 bits para $N = M_v = 3$, 5 bits para $N = M_v = 4$, etc., mientras que el primer ejemplo requiere 2 bits en ambos los dos casos.

Además, en caso de que M_v componentes se configuran por el gNB para ser consecutivas dentro de una ventana de medición de tamaño $N > M_v$, el primer ejemplo aún puede usarse especificando la misma señalización que para el caso $N = M_v$, es decir, notificando solamente $i_{1,5,l} \in \{0,1,\dots, M_v - 1\}$. Dicha configuración tendrá un efecto positivo en la reducción de sobrecarga de UL ya que no hay información adicional sobre si W_l necesita ser realimentado por el UE distinto de este índice específico de capa. Esta configuración se refiere a los componentes M_v de W_l que están configurados para ser consecutivos dentro de la ventana de tamaño N .

Las Figuras 9, 10 y 11 se refieren a un aspecto donde no se aplica ningún cambio como tal al tamaño y la posición de una ventana de informe en relación con la configuración de ventana de medición. En cambio, el componente más fuerte informado puede indicarse de modo que pueda estar en una posición diferente de la primera columna.

En el diagrama de flujo de la Figura 9, un dispositivo recibe en 300 información de configuración para configurar una ventana de medición de una matriz de compresión del libro de códigos de selección de puerto, definiendo la información de configuración el tamaño de la ventana de medición. A continuación, el dispositivo selecciona en 302 el número de componentes de coeficientes de la ventana de medición basándose en la información de configuración. Cuando se informa, el dispositivo indica en 304 filas e índice de columna de la posición de los componentes de coeficiente más fuertes en una matriz de coeficientes de combinación no cero para cada capa y aplica un desplazamiento cíclico a las columnas de la matriz de coeficientes de combinación no cero para cada capa de modo que el coeficiente más fuerte se desplaza a la primera columna.

El diagrama de flujo de la Figura 10 se refiere a la operación en un dispositivo de red que recibe el informe. El dispositivo envía en 400 información de configuración para configurar una ventana de medición de una matriz de compresión de un libro de códigos de selección de puerto, definiendo la información de configuración el número de componentes de la ventana de medición. El informe de CSI que incluye el PMI se recibe a continuación en 402. En el informe, se indica una fila y un índice de columna para la posición del coeficiente más fuerte en una matriz de coeficientes de combinación no cero para cada capa y un desplazamiento cíclico se aplica a las columnas de la matriz de coeficientes de combinación no cero para cada capa de modo que la primera columna se desplaza al índice de columna indicado.

El UE puede informar W_l con respecto al primer componente en lugar del componente del coeficiente más fuerte. Una M_{inicial} específica de capa no es necesaria porque no hay componentes fuera de la ventana. El UE aún puede aplicar el desplazamiento $-f_l^*$ relativo al coeficiente más fuerte a W_2 y, a continuación, informar el valor de este desplazamiento como parte del indicador de coeficiente más fuerte. W_l no está alineado con W_2 pero porque el gNB conoce f_l^* , puede corregir el desplazamiento en W_l (véanse las Figuras 12-14) o deshacer el desplazamiento en W_2 (Ver las Figuras 15-17). De cualquier manera, el gNB puede alinear W_l y W_2 debido a la notificación adicional del índice de columna del coeficiente más fuerte. La W_l específica de la capa puede notificarse para cada capa y puede comprender $M_v - 1$ componentes (componente 0 siempre existe y no necesita informes).

El UE puede configurarse para aplicar un desplazamiento cíclico de $-n_{3,l}^{(0)}$ a los componentes de W_l (no se necesita ningún módulo N_3): $n_{3,l}^{(f)} = (n_{3,l}^{(f)} - n_{3,l}^{(0)})$. El UE puede aplicar un desplazamiento cíclico de $-f_l^*$ a las columnas de W_2 , módulo M_v : $f = (f - f_l^*) \bmod M_v$ antes de la notificación. El UE informa $n_{3,l}^{(f)}$ para $f = 1, \dots, M_v - 1$, después del cambio usando $\left\lceil \log_2 \left(\frac{N-1}{M_v-1} \right) \right\rceil$ bits. El UE informa la posición del coeficiente de capa más fuerte l por medio de $[i_l^*, f_l^*]$, con $i_l^* \in \{0,1,\dots, K_1 - 1\}$ y $f_l^* \in \{0,1,\dots, M_v - 1\}$ usando $\lceil \log_2(K_1 M_v) \rceil$ bits (o $\lceil \log_2 K_1 \rceil + \lceil \log_2 M_v \rceil$ bits).

Las Figuras 12 a 17 muestran mapeos de índice para N valores 2, 3 y 4. La alineación de los índices de W₂ y W_f se puede hacer desplazando a índices de W₂ (ejemplos en las Figuras 15-17) o desplazando a índices de W_f (ejemplos en las Figuras 12-14). El diagrama de flujo en la Figura 10 se refiere al desplazamiento gNB en W₂.

- 5 Como se observó anteriormente, en ambos ejemplos anteriores $N = M_v = 2$ también se puede describir en términos más simples notificando una $índice_l \in \{0, 1, \dots, M_v - 1\}$ para cada capa $l = 1, \dots, v$, correspondiente al componente del coeficiente más fuerte. Otra posible descripción es mediante el uso de tablas para mapear el valor de índice (ya sea $i_{1,5,l}$ o $i_{1,6,l}$) al índice de componente FD $n_{3,l}^{(1)}$, como se muestra en la Figura 15 que muestra el mapeo del informe de índice W_f al índice de componente $n_{3,l}^{(1)}$ para $N = M_v = 2$. Puede observarse que $n_{3,l}^{(0)} = 0$ por construcción indica el componente 0. Por lo tanto, la tabla muestra el valor del componente 1, $n_{3,l}^{(1)}$, obtenido en el gNB tomando el valor distinto de cero después de aplicar el desplazamiento cíclico:
- $$\left(n_{3,l}^{(f)} - n_{3,l}^{(índice_l)} \right) \bmod N_3 = (f - índice_l) \bmod N_3, \text{ para } n_{3,l}^{(f)}, f \in \{0, 1\}.$$
- En otras palabras, la primera fila de la tabla corresponde a la capa 2 (B) de la Figura 7, mientras que la segunda fila corresponde a la capa 1 (A) de la Figura 7. N₃ indica el número de subbandas de PMI e igual a 13 en la Figura 7.

La Figura 16 muestra un ejemplo de mapeo del informe de índice W_f al índice de componente $\left[n_{3,l}^{(1)}, n_{3,l}^{(2)} \right]$ para $N = M_v = 3$

La Figura 17 muestra un ejemplo de mapeo del informe de índice W_f al índice de componente $\left[n_{3,l}^{(1)}, n_{3,l}^{(2)}, n_{3,l}^{(3)} \right]$ para $N = M_v = 4$.

Para $N = M_v = 3$ y $N = M_v = 4$, Figura 16 y Figura 17, respectivamente, muestran los valores de los componentes M_v obtenidos en el gNB después del desplazamiento:

$(f - índice_l) \bmod N_3$, para $f \in \{0, 1, \dots, V_v\}$ y se reordena en orden creciente.

Un dispositivo de comunicación, por ejemplo un equipo de usuario, puede comprender medios para notificar un PMI en un informe de CSI configurado con un libro de códigos de selección de puerto en donde los vectores M_v basados en DFT de W_f están restringidos en una ventana de medición configurada de tamaño N y se espera que el coeficiente más fuerte en cada capa esté ubicado en la primera columna del mapa de bits de los coeficientes no cero informados de W₂. Un dispositivo de red, por ejemplo un gNB, puede comprender medios para reconstruir los precodificadores a partir del PMI. Uno o más índices del PMI pueden estar asociados a una ventana de informe para W_f, que puede ser diferente de la ventana de medición configurada. La ventana de informe también puede ser común para todas las capas. Los componentes M_v pueden configurarse para ser consecutivos y el índice asociado a la ventana de informe corresponde al componente del coeficiente más fuerte dentro de la ventana de medición configurada. El UE puede aplicar un desplazamiento cíclico de índice a las columnas del W₂, antes de informar, incluyendo el mapa de bits de coeficientes no cero informados y las matrices de amplitudes y fases de estos coeficientes distintos de cero, de modo que el coeficiente más fuerte se mueve a la primera columna. En este caso, es posible que no se informen los componentes $M_v - 1$ distintos de cero.

Se toma una apariencia en otra posible solución para el problema fuera de la ventana con respecto a las Figuras 18-20. En la práctica, en Rel-16 los componentes de W_f, que es específico de la capa, se desplazan en consecuencia con una operación del módulo N₃. En el trabajo en curso de Rel-17 para especificar el libro de códigos PS de FeTipo II, se acordó que componentes M_v (también conocidos como dominio de frecuencia o bases FD) están limitados dentro de una sola ventana de tamaño N y punto inicial $M_{init} = 0$,

Sin embargo, en Rel-17, debido a la restricción de ventana/conjunto de tamaño N configurado por el gNB, el SCI debe modificarse agregando información relacionada con el componente FD del coeficiente más fuerte, es decir, o bien

$n_{3,l}^{(f_l^*)}$ o f_l^* . La necesidad de esta modificación puede ilustrarse, por ejemplo, en el caso $N = M_v = 2$, para el cual $W_f = \left[n_{3,l}^{(0)}, n_{3,l}^{(1)} \right] = [0, 1]$ es una capa común y no se informa. La ventana de medición para W_f restringe la separación máxima entre los componentes seleccionados.

Cabe señalar que M_v índices de libro de códigos asociados a los componentes de vector de la matriz de compresión W_f se dan por $n_{3,l}^{(f)} \in \{0, 1, \dots, N - 1\}$, con $f = 0, 1, \dots, M_v - 1$, y son indexados por f, que indica la columna correspondiente de la matriz de coeficientes de combinación no cero, W₂. En esta descripción también se refiere a

$n_3^{(f)}$ como índices de componentes FD (dominio de frecuencia) y a f como índice de columna de la matriz de coeficientes de combinación no cero.

La Figura 3 ilustra un ejemplo para esta configuración de ventana, en la que el coeficiente de capas más fuerte 1 y 2 están en dos componentes diferentes. Debido a que W_f es una capa común y no notificada, el primer componente, $n_3^{(0)} = 0$, puede no corresponder al componente del coeficiente más fuerte para alguna capa. Por lo tanto, ambas coordenadas $[i_l^*, f_l^*]$ del coeficiente más fuerte debe notificarse para cada capa l para poder localizar el coeficiente más fuerte, donde $i_l^* \in \{0, 1, \dots, K_1 - 1\}$ indica la fila de la matriz de coeficiente de combinación distinto de cero (que corresponde a uno de los K_1 puertos CSI-RS seleccionados) y $f_l^* \in \{0, 1, \dots, M_v - 1\}$ indica la columna de la matriz de coeficientes de combinación no cero. Téngase en cuenta que, en este caso, cuando $N = M_v$, el índice de componente FD del coeficiente más fuerte, $n_3^{(f_l^*)}$, y el índice de columna del coeficiente más fuerte en W_2 , f_l^* , toman los mismos valores, es decir, $n_3^{(f_l^*)} = f_l^*$, por lo tanto f_l^* pueden notificarse por separado con $\lceil \log_2 N \rceil = \lceil \log_2 M_v \rceil$ bits, o conjuntamente con i_l^* , usando $\lceil \log_2 (K_1 M_v) \rceil$ bits.

En el acuerdo actual con respecto a la relación entre N y M_v , también existe la posibilidad de que $N > M_v$, en cuyo caso W_f necesita informes y puede ser de capa común o específica de capa. Para minimizar la sobrecarga y el siguiente diseño de Rel-16, se supone que en este caso W_f se informa mediante un coeficiente combinatorio que usa $\lceil \log_2 \binom{N-1}{M_v-1} \rceil$ bits, de modo que el componente 0 siempre se incluye en W_f y no se notifica. Debido a que solo se informan $M_v - 1$ FD componentes, es necesario especificar un componente de referencia, que determina el módulo N operación de desplazamiento aplicada a los componentes de W_f antes de la notificación.

Para el libro de códigos de selección de puerto Rel-17, para informar los componentes M_v de W_f usando

$\lceil \log_2 \binom{N-1}{M_v-1} \rceil$ bits, se propone remapear los componentes con respecto al componente del coeficiente más fuerte usando una operación de módulo N e informar solo los $M_v - 1$ componentes no cero después del remapeo. Si no se aplica remapeo, serían necesarios $\lceil \log_2 \binom{N}{M_v} \rceil$ bits para informar todos los M_v componentes que dan como resultado una mayor sobrecarga de retroalimentación.

En una realización, las bases de FD se desplazan con respecto a la base del coeficiente más fuerte, $n_3^{(f_1^*)}$, de modo que $n_3^{(f)} = (n_3^{(f)} - n_3^{(f_1^*)}) \bmod N$, después del desplazamiento. Esta operación es similar a lo que se hace en Rel-16, excepto por la operación de módulo N , que en Rel-16 es modular N_3 , debido a que no hay una ventana de medición definida por el gNB para W_f en Rel-16. La fórmula también asume que las bases de FD $n_3^{(f)}$ (es decir, los índices de libro de códigos de los componentes de vector de la matriz de compresión W_f) son una capa común, es decir, se informa un solo conjunto para todas las capas. Sin embargo, la operación también es aplicable en caso de una capa específica W_f .

En el gNB, el uso de las bases de FD informadas en la reconstrucción de precodificador no sería correcto, si $f_1^* > 0$, debido a la operación de módulo N que remapea las bases FD a la izquierda de $n_3^{(f_1^*)}$, es decir, $n_3^{(0)}, \dots, n_3^{(f_1^*-1)}$, dentro de la ventana, como $n_3^{(M_v-f_1^*)}, \dots, n_3^{(M_v-1)}$. Esta operación de módulo- N puede deshacerse en el gNB mediante remapeo con respecto a $n_3^{(f_1^*)}$, de modo que $n_3^{(f)} = (n_3^{(f)} + n_3^{(f_1^*)}) \bmod N$, después del remapeo. Sin embargo, esto requeriría informes $n_{3,l}^{(f_1^*)} \in \{0, 1, \dots, N - 1\}$ usando $\lceil \log_2 N \rceil$ bits. En cambio, la propuesta permite el desmapeo correcto al informar $f_l^* \in \{0, 1, \dots, M_v - 1\}$, que es uno de los dos índices del SCI, $[i_l^*, f_l^*]$. En la propuesta, el gNB

remapea/desmapea las bases de FD informadas con respecto a $n_3^{(M_v-f_1^*)}$ como $n_3^{(f)} = (n_3^{(f)} - n_3^{(M_v-f_1^*)}) \bmod N$, de modo que $n_3^{(M_v-f_1^*)} = 0$ después del desmapeo.

La solución propuesta es una alternativa para remapear los componentes M_v con respecto a la primera base, $n_3^{(0)}$,

- 5 de modo que $n_3^{(f)} = (n_3^{(f)} - n_3^{(0)})$, después del desplazamiento. Esta alternativa no requiere una operación de módulo N. Para la solución propuesta, el resultado del desmapeo en el gNB es el mismo que si el remapeo en el UE se realizó con respecto a la primera base, $n_3^{(0)}$.

En Rel-16, donde W_l es específico de capa, el componente de referencia es el del coeficiente más fuerte para una

- 10 capa l , de modo que los índices de componente de W_l se remapean con respecto a $n_{3,l}^{(f_l^*)}$ como $n_{3,l}^{(f)} = (n_{3,l}^{(f)} - n_{3,l}^{(f_l^*)}) \bmod N_3$. Esta elección de desplazamiento para W_l en Rel-16 permite reducir la sobrecarga

en la notificación de W_l así como en la notificación del SCI porque solo la primera coordenada del par $[i_l^*, f_l^*]$ que identifica la posición del coeficiente más fuerte para la capa l necesita informarse. Para que este último ahorro de sobrecarga sea posible en Rel-16, se necesita aplicar un segundo desplazamiento a los índices de columna de W_2 ,

- 15 que se remapean con respecto a f_l^* como $f = (f - f_l^*) \bmod M_v$, de modo que las columnas de W_2 corresponden a las de W_l después del desplazamiento.

Sin embargo, en Rel-17, ambas coordenadas del SCI necesitan informar incluso en el caso W_l se informa

- 20 (para $N > M_v$) y el coeficiente más fuerte se desplaza a $f_l^* = 0$. Por lo tanto, en caso de informar de W_l , un desplazamiento diferente de Rel-16 puede especificarse para los componentes de W_l , y el desplazamiento a las columnas de W_2 no se puede aplicar.

Existen dos componentes posibles que se pueden tomar como referencia para W_l : el componente del coeficiente más fuerte como en la Rel-16, o el componente seleccionado "primero", es decir, el componente con el valor de índice más bajo en la ventana: $\{0, 1, \dots, N-1\}$. Dependiendo de la elección de W_l común o específico de capa, las siguientes opciones de mapeo están disponibles para W_l

- 25 1. Capa común $W_f = [n_3^{(0)}, \dots, n_3^{(M_v-1)}]$
- 30 a. La referencia es el componente del coeficiente más fuerte para la capa 1, $n_3^{(f_1^*)}$. Los componentes FD se remapean con respecto a $n_3^{(f_1^*)}$ como $n_3^{(f)} = (n_3^{(f)} - n_3^{(f_1^*)}) \bmod N$, de modo que $n_3^{(f_1^*)} = 0$ después del remapeo.

- b. La referencia es el 'primer' componente, $n_3^{(0)}$. Los componentes FD se remapean con respecto a $n_3^{(0)}$ como $n_3^{(f)} = (n_3^{(f)} - n_3^{(0)})$, de modo que $n_3^{(0)} = 0$ después del remapeo.
- 35

2. Específico de capa $W_f = [n_{3,l}^{(0)}, \dots, n_{3,l}^{(M_v-1)}]$, para $l = 1, \dots, v$

- a. La referencia es el componente del coeficiente más fuerte para la capa l , $n_{3,l}^{(f_l^*)}$. Los componentes FD se remapean con respecto a $n_{3,l}^{(f_l^*)}$ como $n_{3,l}^{(f)} = (n_{3,l}^{(f)} - n_{3,l}^{(f_l^*)}) \bmod N$, de modo que $n_{3,l}^{(f_l^*)} = 0$ después del remapeo
- 40

b. La referencia es el 'primer' componente, $n_{3,l}^{(0)}$. Los componentes FD se remapean con respecto a $n_{3,l}^{(0)}$ como $n_{3,l}^{(f)} = (n_{3,l}^{(f)} - n_{3,l}^{(0)})$, de modo que $n_{3,l}^{(0)} = 0$ después del remapeo.

Si no se especifica ningún desplazamiento para W_i , un UE puede comprender que $W_i = [0, n_3^{(1)}, \dots, n_3^{(M_v-1)}]$, en el caso común de la capa, por ejemplo, es decir, puede asumir que el primer componente, $n_3^{(0)} = 0$ es fijo y sólo seleccionan e informan $M_v - 1$ componentes distintos de cero en la ventana de tamaño N .

Con respecto al desplazamiento aplicado a las columnas de W_2 , hay en la práctica dos posibles opciones sin desplazamiento o desplazamiento del índice f con respecto a f_l^* como $f = (f - f_l^*) \bmod M_v$, de modo que el índice del coeficiente más fuerte es $f_l^* = 0$ después del remapeo.

Para todas las alternativas anteriores de mapeo de índice de W_1 y W_2 , informar el par $[i_l^*, f_l^*]$ como SCI para la capa l es suficiente para localizar el coeficiente más fuerte de W_2 y para garantizar la reconstrucción correcta de W_i . Informar los valores $[i_l^*, n_3^{(f_l^*)}]$, como una alternativa, también funciona pero requiere más bits de retroalimentación si $N > M_v$ porque $n_3^{(f_l^*)} \in \{0, 1, \dots, N-1\}$ mientras $f_l^* \in \{0, 1, \dots, M_v-1\}$.

Considérese un ejemplo para los casos 1.a y 1.b anteriores, con $N = 4 > M_v = 2$ y con capa común $W_f = [n_3^{(0)}, n_3^{(1)}] = [1, 2]$. Supóngase que, para la capa 1, $W_2 = \begin{bmatrix} a & c \\ b & d \end{bmatrix}$ y el coeficiente más fuerte es c en la posición $[i_1^*, f_1^*] = [0, 1]$ para la capa 2, $W_2 = \begin{bmatrix} e & g \\ f & h \end{bmatrix}$ y el coeficiente más fuerte es f en la posición $[i_2^*, f_2^*] = [1, 0]$. Esta solución se ilustra en la Figura 18. Un subíndice en estrella indica el componente más fuerte. En el lado izquierdo, las operaciones del UE y del gNB se muestran en el caso 1.a, en donde el coeficiente más fuerte para cada capa se desplaza al componente FD 0 y el cambio aplicado a W_i a continuación, de la capa 1. Caso 1.b se muestra en el lado derecho, en donde el coeficiente más fuerte no se desplaza y el desplazamiento aplicado a W_i es con respecto al componente seleccionado del índice más bajo.

En el caso 1.a, los componentes de W_i se remapean con respecto a $n_3^{(f_1^*)} = 2$ como

$n_3^{(f)} = (n_3^{(f)} - 2) \bmod 4$, $f = 0, 1$, de modo que $W_i = [0, 3]$ es el conjunto base FD informado. El índice f se remapea con respecto a $f_1^* = 1$ como $f = (f - 1) \bmod 2$, para la capa 1, y con respecto a $f_2^* = 0$, es decir, no se aplica ningún desplazamiento, para la capa 2. Las matrices de coeficientes combinados notificadas son $W_2 = \begin{bmatrix} c & a \\ d & b \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} e & g \\ f & h \end{bmatrix}$.

En el gNB, $W_i = [0, 3]$ en la reconstrucción de precodificador no sería correcto porque los componentes seleccionados a la izquierda de $n_3^{(f_1^*)}$, es decir, $n_3^{(0)}, \dots, n_3^{(f_1^*-1)}$ se han reasignado dentro de la ventana por el módulo N , como $n_3^{(M_v-f_1^*)}, \dots, n_3^{(M_v-1)}$. Por lo tanto, el gNB necesita remapear los M_v componentes de W_f con respecto a $n_3^{(M_v-f_1^*)}$, si $f_1^* > 0$, como $n_3^{(f)} = (n_3^{(f)} - n_3^{(M_v-f_1^*)}) \bmod N$, de modo que $n_3^{(M_v-f_1^*)} = 0$ después del desmapeo.. Si $f_1^* = 0$, no se necesita remapeo porque ningún componente de W_i fue remapeado por la operación de módulo. Una forma equivalente de describir el desmapeo en el gNB es remapear los componentes de W_f con respecto a $n_3^{((M_v-f_1^*) \bmod M_v)}$, como $n_3^{(f)} = (n_3^{(f)} - n_3^{((M_v-f_1^*) \bmod M_v)}) \bmod N$, de modo que $n_3^{((M_v-f_1^*) \bmod M_v)} = 0$,

después del desmapeo En nuestro ejemplo, W_i se remapea con respecto a $n_3^{(M_v-f_1^*)} = n_3^{(1)} = 3$ como $n_3^{(f)} = (n_3^{(f)} - 3) \bmod 4$ $f = 0, 1$. El gNB también desmapea f como $f = (f - (M_v - f_1^*)) \bmod M_v =$

$(f + f_l^*) \bmod M_v$, para $l = 1, 2$ de modo que $W_l = [0, 1]$ y $W_2 = \begin{bmatrix} a & c \\ b & d \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} e & g \\ f & h \end{bmatrix}$ se utilizan en la reconstrucción de precodificador. Se observa que el UE remapea $\begin{bmatrix} n_3^{(0)}, n_3^{(1)} \end{bmatrix} = [1, 2]$ a $\begin{bmatrix} n_3^{(0)}, n_3^{(1)} \end{bmatrix} = [3, 0]$, pero cuando se informa de estos componentes, los índices f se asignan de modo que $n_3^{(f)}$ aumenta con f , por lo que el gNB recibe $\begin{bmatrix} n_3^{(0)}, n_3^{(1)} \end{bmatrix} = [0, 3]$. Esto se muestra en la Figura 18.

En el caso 1.b, los componentes de W_l se remapean con respecto a $n_3^{(0)} = 1$ como $n_3^{(f)} = (n_3^{(f)} - 1)$, $f = 0, 1$, de modo que $W_l = [0, 1]$ es el conjunto base FD notificado. No se aplica mapeo al índice f , por lo tanto, las matrices de coeficientes de combinación W_2 se informa sin cambiar el coeficiente más fuerte al componente FD 0, como $W_2 = \begin{bmatrix} a & c \\ b & d \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} e & g \\ f & h \end{bmatrix}$. En el gNB, no se requiere desmapeo y las cantidades informadas para W_l y W_2 se utilizan en la reconstrucción del precodificador.

Este ejemplo ilustra que, sin importar qué solución se adopte para la representación de W_l y W_2 , el SCI puede notificarse como el par de índice $[i_l^*, f_l^*]$ para $l = 1, \dots, v$.

La Tabla 1 y la Tabla 2 resumen las opciones de mapeo discutidas anteriormente para los componentes de W_l y el índice de columna de W_2 en caso de capa común y específica de capa W_l . Obsérvese que el mapeo y el desmapeo de W_l sólo es aplicable para $N > M_v$, mientras que $N = M_v$, W_l es de forma común y fija por configuración.

Tabla 1.

Resumen de las opciones de mapeo del UE para los componentes de W_l e índice de columna de W_2 . En todos los casos, el SCI puede notificarse como $[i_l^*, f_l^*]$ para la capa l .				
	UE			
	$N > M_v$ (W_l informado)		$N \geq M_v$	
	elección del desplazamiento para W_l y W_2	mapa de $n_3^{(f)} / n_{3,l}^{(f)}$ (W_l)	mapa de f (W_2)	Capa l del SCI
capa común en W_l	El coeficiente más fuerte se desplaza a $-n_3^{(f_l^*)} \bmod N$	$[i_l^*, f_l^*]$ $[i_l^*, f_l^*]$ $-f_l^* \bmod M_v$ $= n_3^{(f)}$	F $= (f$	$n_3^{(f)} = (n_3^{(f)} - n_3^{(0)})$
	El coeficiente más alto no se desplaza	$f_l^* = 0$	-	$n_3^{(f)}$
capa específica W_l	El coeficiente más fuerte se desplaza a $f_l^* = 0$	$-f_l^* \bmod M_v$ $= n_{3,l}^{(f)}$ $n_{3,l}^{(f)}$	F $= (f$ $- n_{3,l}^{(f_l^*)}) \bmod N$	$[i_l^*, f_l^*]$
	El coeficiente más alto no se desplaza	$n_{3,l}^{(f)} = (n_{3,l}^{(f)} - n_{3,l}^{(0)})$	-	$[i_l^*, f_l^*]$

Tabla 2.

Resumen de las opciones de desmapeo del gNB para los componentes de W_f e índice de columna de W_2 . En todos los casos, el SCI puede notificarse como $[i_l^*, f_l^*]$ para la capa l .			
		gNB	
		$N > M_v$ (W_f informado)	$N \geq M_v$
	elección del desplazamiento para W_f y W_2	Desmapeo de $n_3^{(f)}/n_{3,l}^{(f)} (W_f)$	Desmapeo de $f(W_2)$
capa común en W_f	El coeficiente más fuerte se desplaza a $f_l^* = 0$	$n_3^{(f)}$ $= \begin{cases} (n_3^{(f)} - n_3^{(M_v - f_l^*)}) \bmod N, & f_l^* > 0 \\ n_3^{(f)} & f_l^* = 0 \end{cases}$	F $= (f + f_l^*) \bmod M_v$
	El coeficiente más alto no se desplaza	-	-
capa específica W_f	El coeficiente más fuerte se desplaza a $f_l^* = 0$	$n_{3,l}^{(f)}$ $= \begin{cases} (n_{3,l}^{(f)} - n_{3,l}^{(M_v - f_l^*)}) \bmod N, & f_l^* > 0 \\ n_{3,l}^{(f)} & f_l^* = 0 \end{cases}$	F $= (f + f_l^*) \bmod M_v$
	El coeficiente más alto no se desplaza	-	-

La Figura 19 muestra un método para el dispositivo de informe, tal como para un equipo de usuario, siguiendo los principios descritos anteriormente, por ejemplo, en la Figura 18. El método puede ser para proporcionar un reporte de información de estado de canal configurado con un libro de códigos de selección de puerto. El método puede comprender, en el paso 1900, recibir información de configuración para configurar una ventana de medición de una matriz de compresión del libro de códigos de selección de puerto, en donde la información de configuración define el tamaño de la ventana de medición. En una realización, el tamaño de la ventana de medición N es mayor que el número M_v de índices de libro de códigos, se permite que el dispositivo seleccione para definir la matriz de compresión W_f .

En el paso 1902, el UE selecciona un número de índices de libro de códigos de la ventana de medición basándose en la información de configuración para formar la matriz de compresión W_f del libro de códigos de selección de puerto, donde los índices de libro de códigos están asociados a componentes de vector de la matriz de compresión.

En el paso 1904, el UE indica el índice de fila y columna de la posición del coeficiente más fuerte en una matriz W_2 de coeficientes de combinación no cero para las capas. Este paso puede comprender remapear las columnas de la matriz W_2 de coeficientes de combinación no cero para las capas de modo que el coeficiente más fuerte se remapea a la primera columna.

En el paso 1906, el UE remapea los índices de libro de códigos, de modo que el índice de libro de códigos correspondiente al índice de columna del coeficiente predefinido de la primera capa se remapea al primer índice de la ventana de medición. El remapeo también se puede denominar desplazamiento cíclico. En una realización, el coeficiente predefinido es el coeficiente más fuerte. En una realización, el coeficiente predefinido es el primer coeficiente. En una realización, este paso puede comprender notificar todos los índices de libro de códigos de la matriz de compresión del libro de códigos de selección de puerto, excepto el primero, después de restar el índice de libro de códigos correspondiente al índice de columna del coeficiente más fuerte de la primera capa de todos los índices de libro de códigos de la matriz de compresión y aplicar una operación de módulo del tamaño de la ventana de medición N . En una realización, los índices de libro de códigos de la ventana de medición y la matriz de compresión son vectores DFT.

La Figura 20 muestra un método para el dispositivo que recibe el informe, tal como para un gNB, siguiendo los principios descritos anteriormente, por ejemplo, en la Figura 18. En el paso 2000, el gNB envía información de configuración para configurar una ventana de medición de una matriz de compresión W_f de un libro de códigos de selección de puerto, en donde la información de configuración define el número N de componentes de la ventana de medición. En una realización, el tamaño de la ventana de medición N es mayor que el número M_v de índices de libro de códigos, se permite que el UE seleccione para definir la matriz de compresión W_f .

En el paso 2002, el gNB recibe un reporte de información de estado de canal que incluye un indicador de matriz de precodificación (PM), en donde los índices de fila y columna se indican para las posiciones de los coeficientes más fuertes en las capas de una matriz W_2 de coeficientes de combinación no cero, y el PMI comprende índices de libro

de códigos de una matriz de compresión W_i . En una realización, estos índices se han remapeado en el lado del transmisor como se describió anteriormente, por ejemplo con respecto al coeficiente más fuerte que se desplaza al primer índice.

En el paso 2004, el gNB desmapea los índices de libro de códigos de la matriz de compresión W_i con respecto a uno de los índices de libro de códigos cuya posición es una función del índice de columna del coeficiente predefinido de la primera capa y el número de componentes de la matriz de compresión. En una realización, el coeficiente predefinido es el coeficiente más fuerte. Esto tiene lugar cuando se detecta que el índice de columna del coeficiente más fuerte de la primera capa es distinto de cero.

Este paso 2004 puede comprender que el desmapeo de los índices de libro de códigos de la matriz de compresión comprende restar uno de los índices de libro de códigos de todos los índices de libro de códigos de la matriz de compresión de la matriz de compresión W_i y aplicar una operación de módulo del tamaño N de la ventana de medición. En una realización, la función que identifica la posición del índice de un libro de códigos se obtiene restando el índice de columna distinto de cero del coeficiente más fuerte de la primera capa del número M_i de componentes de la matriz de compresión W_i .

En una realización, la matriz W_2 de coeficientes de combinación no cero y matriz de compresión W_i del libro de códigos se alinean basándose en los índices de columna indicados de los coeficientes más fuertes.

En el paso 2006, el gNB construye precodificadores basándose en el informe de información de estado de canal recibido.

Aunque en algunas circunstancias de la descripción se ha asumido que W_i es una capa común, las soluciones son aplicables a la capa específica de capa W_i también. En una realización, la matriz de compresión W_i del libro de códigos de selección de puerto para cada capa se remapea con respecto al índice de libro de códigos correspondiente al índice de columna del coeficiente más fuerte de la capa respectiva.

Cabe señalar que si bien lo anterior describe realizaciones ejemplares, se pueden realizar algunas variaciones y modificaciones a la solución descrita sin apartarse del alcance de la presente invención. Pueden combinarse diferentes características de diferentes realizaciones.

Por lo tanto, las realizaciones pueden variar dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. En general, algunas realizaciones pueden implementarse en hardware o circuitos de propósito especial, software, lógica o cualquier combinación de los mismos. Por ejemplo, algunos aspectos pueden implementarse en hardware, mientras que otros aspectos pueden implementarse en firmware o software que puede ejecutarse mediante un controlador, microprocesador u otro dispositivo informático, aunque las realizaciones no se limitan a los mismos. Si bien se pueden ilustrar y describir diversas realizaciones como diagramas de bloques, diagramas de flujo o utilizando alguna otra representación pictórica, se entiende bien que estos bloques, aparatos, sistemas, técnicas o métodos descritos en la presente memoria se pueden implementar, como ejemplos no limitantes, hardware, software, firmware, circuitos o lógica de propósito especial, hardware o controlador de propósito general u otros dispositivos informáticos, o alguna combinación de los mismos.

Las realizaciones pueden implementarse mediante software informático almacenado en una memoria y ejecutable por al menos un procesador de datos de las entidades involucradas o por hardware, o mediante una combinación de software y hardware. Además, a este respecto, cabe señalar que cualquiera de los procedimientos anteriores puede representar pasos de programa, o circuitos, bloques y funciones lógicas interconectados, o una combinación de pasos de programa y circuitos, bloques y funciones lógicas. El software puede almacenarse en medios físicos tales como chips de memoria, o bloques de memoria implementados dentro del procesador, medios magnéticos tales como disco duro o disquetes, y medios ópticos tales como, por ejemplo, DVD y sus variantes de datos, CD.

La memoria puede ser de cualquier tipo adecuado para el entorno técnico local y puede implementarse usando cualquier tecnología de almacenamiento de datos adecuada, tal como dispositivos de memoria basados en semiconductores, dispositivos y sistemas de memoria magnéticos, dispositivos y sistemas de memoria ópticos, memoria fija y memoria extraíble. Los procesadores de datos pueden ser de cualquier tipo adecuado para el entorno técnico local, y pueden incluir uno o más de ordenadores de propósito general, ordenadores de propósito especial, microprocesadores, digital signal processors (procesadores de señales digitales - DSP), application specific integrated circuits (circuitos integrados específicos de la aplicación - ASIC), circuitos de nivel de puerta y procesadores basándose en una arquitectura de procesador de múltiples núcleos, como ejemplos no limitativos.

Alternativa o adicionalmente, algunas realizaciones pueden implementarse usando circuitería. Los circuitos pueden configurarse para realizar una o más de las funciones y/o procedimientos del método descritos anteriormente. Esos circuitos puede proporcionarse en la entidad de red y/o en el dispositivo de comunicaciones y/o un servidor y/o un dispositivo.

Tal y como se emplea en esta solicitud, el término «circuitería» puede referirse a uno o a más o a todos de los siguientes conceptos:

- 5 (a) implementaciones de circuitos solo en hardware (tales como implementaciones en circuitería solo analógica y/o digital) y
- (b) combinaciones de circuitos físicos y software, tales como (según corresponda):
- 10 (i) una combinación de circuito(s) de hardware analógico y/o digital con software/firmware y
- (ii) cualquier porción de procesador(es) de hardware con software (incluido(s) procesador(es) de señal digital), software y memoria(s) que trabajan juntos para hacer que el dispositivo de comunicaciones y/o el dispositivo y/o el servidor y/o la entidad de red funcionen las diversas funciones descritas anteriormente; y
- 15 (c) un(os) circuito(s) de hardware y/o procesador(es), tales como un(os) microprocesador(es) o parte de un(os) microprocesador(es), que requiere(n) un software (p. ej., firmware) para su funcionamiento, pero el software puede no estar presente cuando no sea necesario para el funcionamiento.

20 Esta definición de circuitería aplica a todos los usos de este término en esta solicitud, incluyendo en cualquier reivindicación. Como ejemplo adicional, tal y como se emplea en esta solicitud, el término circuitería también cubre una implementación de tan solo un circuito físico o un procesador (o múltiples procesadores) o de una parte de un circuito físico o de un procesador y de su software y/o firmware acompañante. El término circuitería también cubre, por ejemplo, un dispositivo integrado.

25 Cabe señalar que si bien se han descrito realizaciones en relación con ciertas arquitecturas, se pueden aplicar principios similares a otros sistemas. Por lo tanto, aunque ciertas realizaciones se describieron anteriormente a modo de ejemplo con referencia a ciertas arquitecturas de ejemplo para redes inalámbricas, estándares de tecnologías y protocolos, las características aquí descritas se pueden aplicar a cualquier otra forma adecuada de sistemas, arquitecturas y dispositivos distintos de los ilustrados y descrito en detalle en los ejemplos anteriores. También se

30 observa que son posibles diferentes combinaciones de diferentes realizaciones. También se observa en la presente memoria que mientras lo anterior describe realizaciones de ejemplo, hay varias variaciones y modificaciones que se pueden hacer a la solución descrita sin apartarse del alcance de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato que comprende medios para:
 - 5 recibir información de configuración para configurar una ventana de medición para formar una matriz de compresión de un libro de códigos de selección de puerto a partir de un conjunto de libro de códigos de componentes vectoriales, en donde la información de configuración define el tamaño de la ventana de medición, que es común a toda la al menos una capa a informar; seleccionar un número de índices de la ventana de medición basándose en la información de configuración para formar la matriz de compresión del conjunto de libro de códigos de componentes vectoriales, en donde los índices seleccionados están asociados a componentes vectoriales de la matriz de compresión y son comunes a toda la al menos una capa a informar; y reasignar los índices seleccionados asociados a los componentes del vector con respecto a un índice de un componente del vector de referencia, de modo que el índice del componente del vector de referencia se remapea a un primer índice de la ventana de medición; reportar información de estado del canal que incluye un indicador de matriz de precodificación a una red, comprendiendo el indicador de matriz de precodificación información de la matriz de compresión después del remapeo.
- 20 2. El aparato de la reivindicación 1, en donde la información de configuración configura además el número de componentes vectoriales de la matriz de compresión.
3. El aparato de la reivindicación 2, en donde el número de componentes vectoriales de la matriz de compresión es menor que el número de índices en la ventana de medición.
- 25 4. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde el índice del componente del vector de referencia es el más bajo de los índices seleccionados y el primer índice de la ventana de medición es 0.
5. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde el remapeo comprende restar el índice del componente de referencia de todos los índices de la matriz de compresión.
- 30 6. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el indicador de matriz de precodificación indica todos los índices de la matriz de compresión, excepto el primero, después del remapeo.
- 35 7. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde los medios están configurados además para:
 - determinar una posición de un coeficiente más fuerte en una matriz de coeficientes de combinación no cero para cada una de las al menos una capa; e
 - indicar el índice de fila y columna de la posición del coeficiente más fuerte en la matriz de coeficientes de combinación no cero para cada una de las al menos una capa notificada.
- 40 8. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde la al menos una capa a notificar comprende una pluralidad de capas.
- 45 9. Un aparato, que comprende:
 - al menos un procesador y al menos una memoria que incluye un código de programa informático, en donde al menos una memoria y el código de programa informático están configurados, con al menos un procesador, para hacer que el aparato realice lo siguiente:
 - 50 enviar información de configuración para configurar una ventana de medición para formar una matriz de compresión de un libro de códigos de selección de puerto a partir de un conjunto de libro de códigos de componentes vectoriales, en donde la información de configuración define el número de componentes de la ventana de medición, que es común a todas las al menos una capa a informar; recibir un reporte de información de estado de canal que incluye un indicador de matriz de precodificación que comprende información de una matriz de compresión de un libro de códigos de selección de puerto después del remapeo, en donde, en el remapeo, los índices seleccionados de la ventana de medición se han remapeado con respecto al índice de un componente de vector de referencia, de modo que el índice del componente del vector de referencia se ha reasignado a un primer índice de la ventana de medición, en donde los índices seleccionados están asociados a componentes vectoriales de la matriz de compresión y son comunes a todas las al menos una capa que se informa; y
 - reconstruir los precodificadores basándose en el indicador de matriz de precodificación.
- 60 10. El aparato de la reivindicación 9, en donde la información de configuración configura además un número de componentes vectoriales de la matriz de compresión.
- 65

11. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 10, en donde el indicador de matriz de precodificación comprende además información indicativa de los índices de fila y columna de la posición de un coeficiente más fuerte en una matriz de coeficientes de combinación no cero para cada una de las al menos una capa informada.
- 5 12. Un método, que comprende:
- 10 recibir información de configuración para configurar una ventana de medición para formar una matriz de compresión de un libro de códigos de selección de puerto a partir de un conjunto de libro de códigos de componentes vectoriales, en donde la información de configuración define el tamaño de la ventana de medición, que es común a toda la al menos una capa a informar;
- 15 seleccionar un número de índices de la ventana de medición basándose en la información de configuración para formar la matriz de compresión del conjunto de libro de códigos de componentes vectoriales, en donde los índices seleccionados están asociados a componentes vectoriales de la matriz de compresión y son comunes a toda la al menos una capa a informar; y
- 20 reasignar los índices seleccionados asociados a los componentes del vector con respecto a un índice de un componente del vector de referencia, de modo que el índice del componente del vector de referencia se remapea a un primer índice de la ventana de medición;
- reportar información de estado del canal que incluye un indicador de matriz de precodificación a una red, comprendiendo el indicador de matriz de precodificación información de la matriz de compresión después del remapeo.
13. Un método, que comprende:
- 25 enviar información de configuración para configurar una ventana de medición para formar una matriz de compresión de un libro de códigos de selección de puerto a partir de un conjunto de libro de códigos de componentes vectoriales, en donde la información de configuración define el número de componentes de la ventana de medición, que es común a todas las al menos una capa a informar;
- 30 recibir un informe de información de estado de canal que incluye un indicador de matriz de precodificación que comprende información de una matriz de compresión de un libro de códigos de selección de puerto después del remapeo, en donde, en el remapeo, los índices seleccionados de la ventana de medición se han remapeado con respecto al índice de un componente de vector de referencia, de modo que el índice del componente de vector de referencia se ha reasignado a un primer índice de la ventana de medición, en donde los índices seleccionados están asociados a componentes vectoriales de la matriz de compresión y son comunes a todas las al menos una capa que se informa; y
- 35 reconstruir los precodificadores basándose en el indicador de matriz de precodificación.
14. Un producto de programa informático incorporado en un medio de distribución legible por un ordenador y que comprende instrucciones de programa que, cuando se ejecutan por un aparato, hacen que el aparato lleve a cabo el método según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 13.
- 40 15. Un producto de programa informático que comprende instrucciones de programa que, cuando son ejecutadas por un aparato, hacen que el aparato lleve a cabo el método según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 13.
- 45

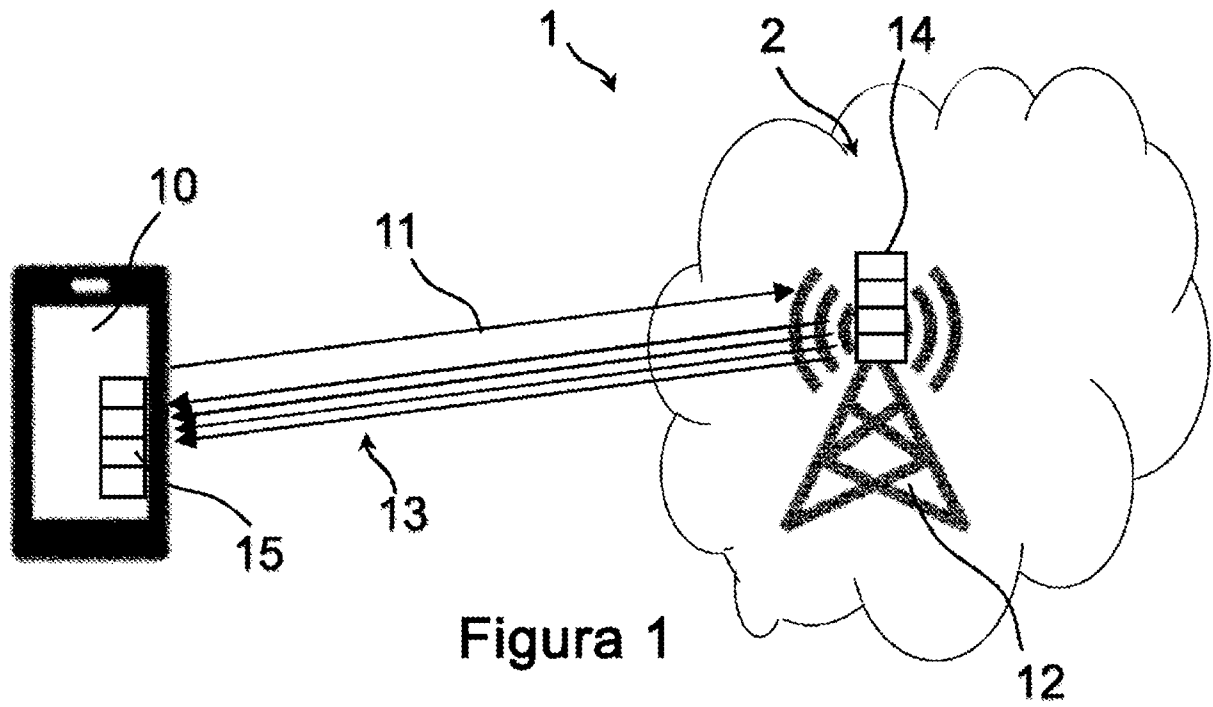


Figura 1

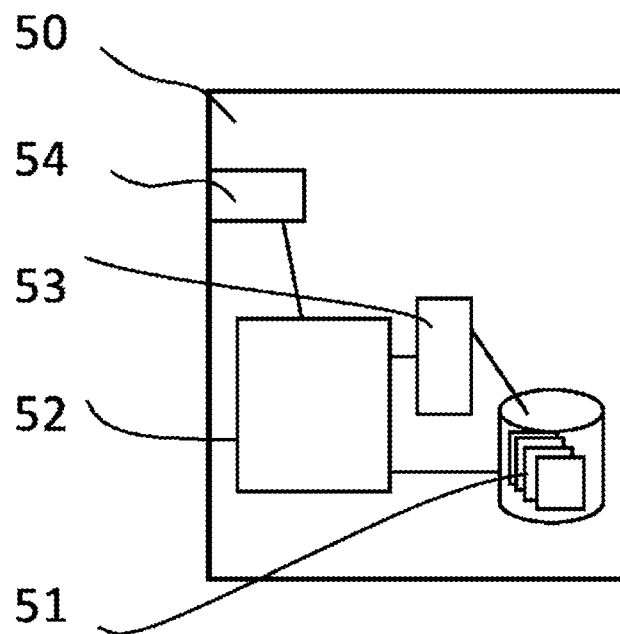


Figura 2

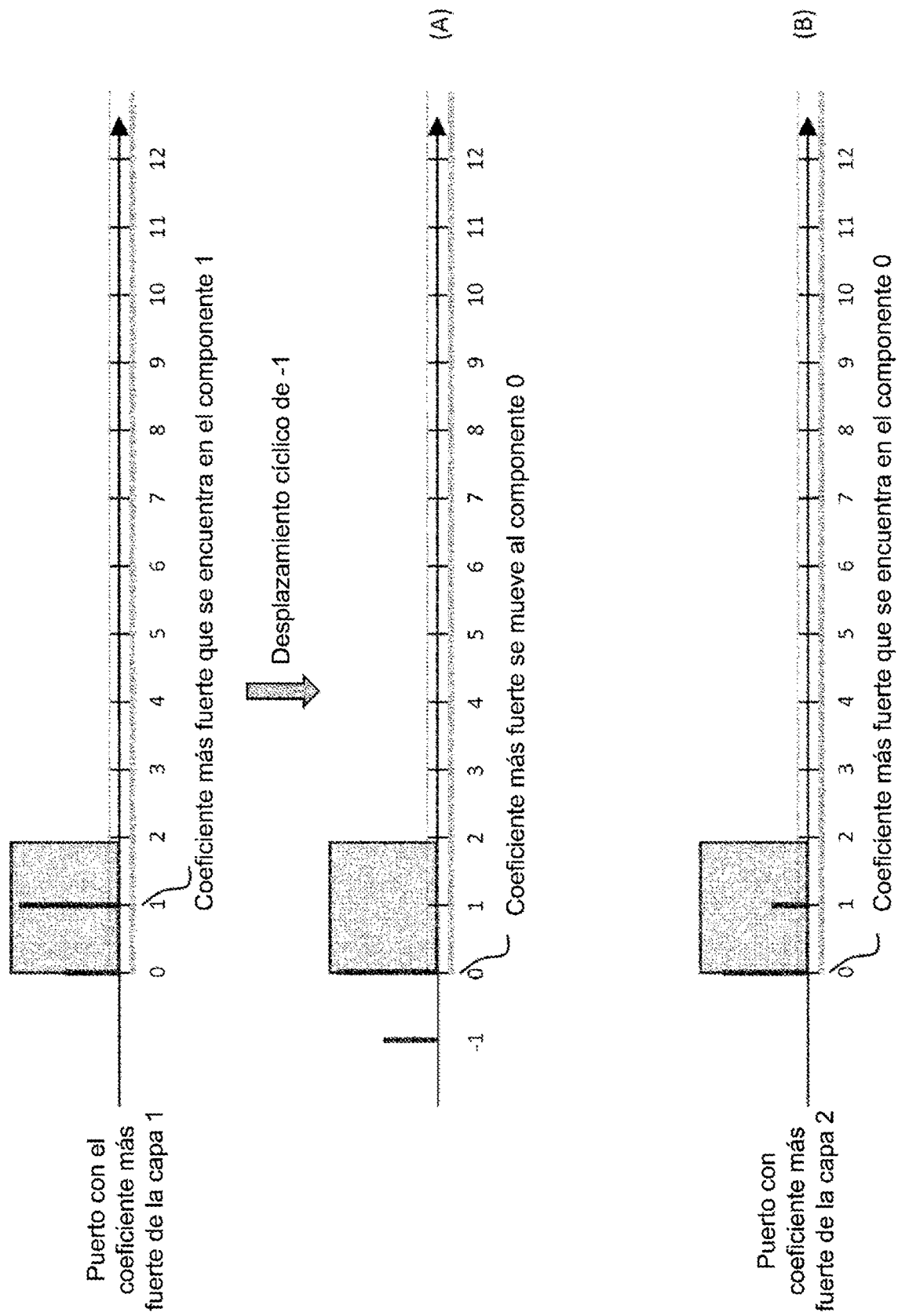
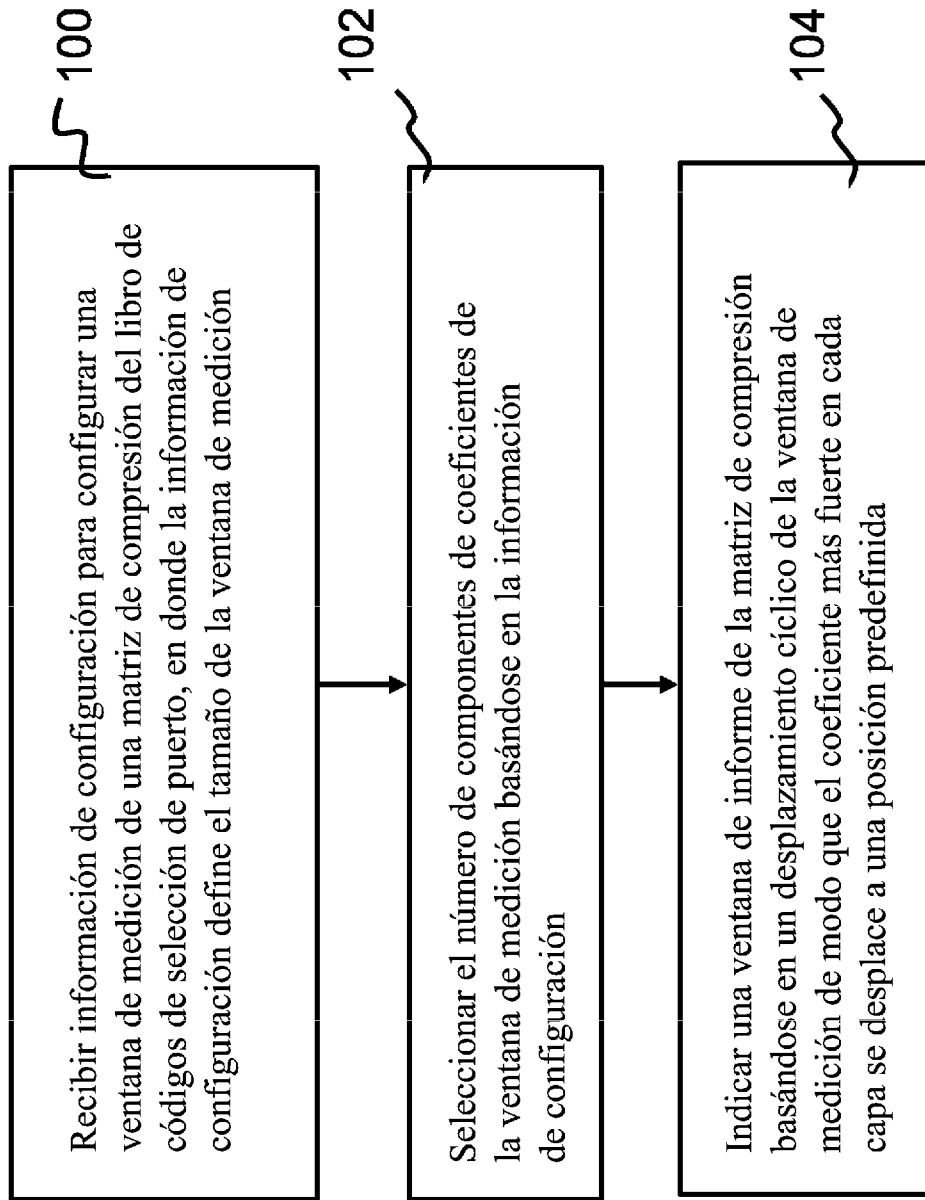
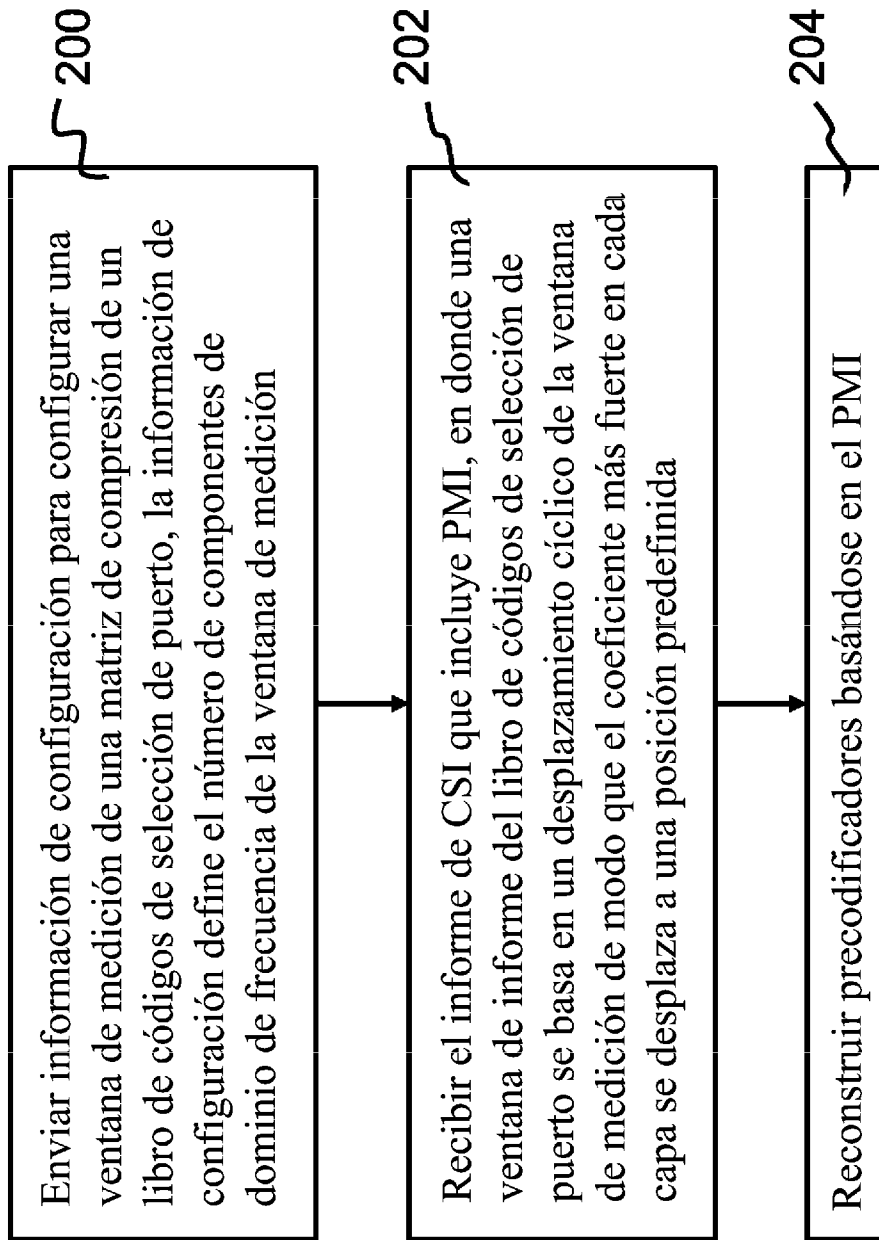


Figura 3

**Figura 4**

**Figura 5**

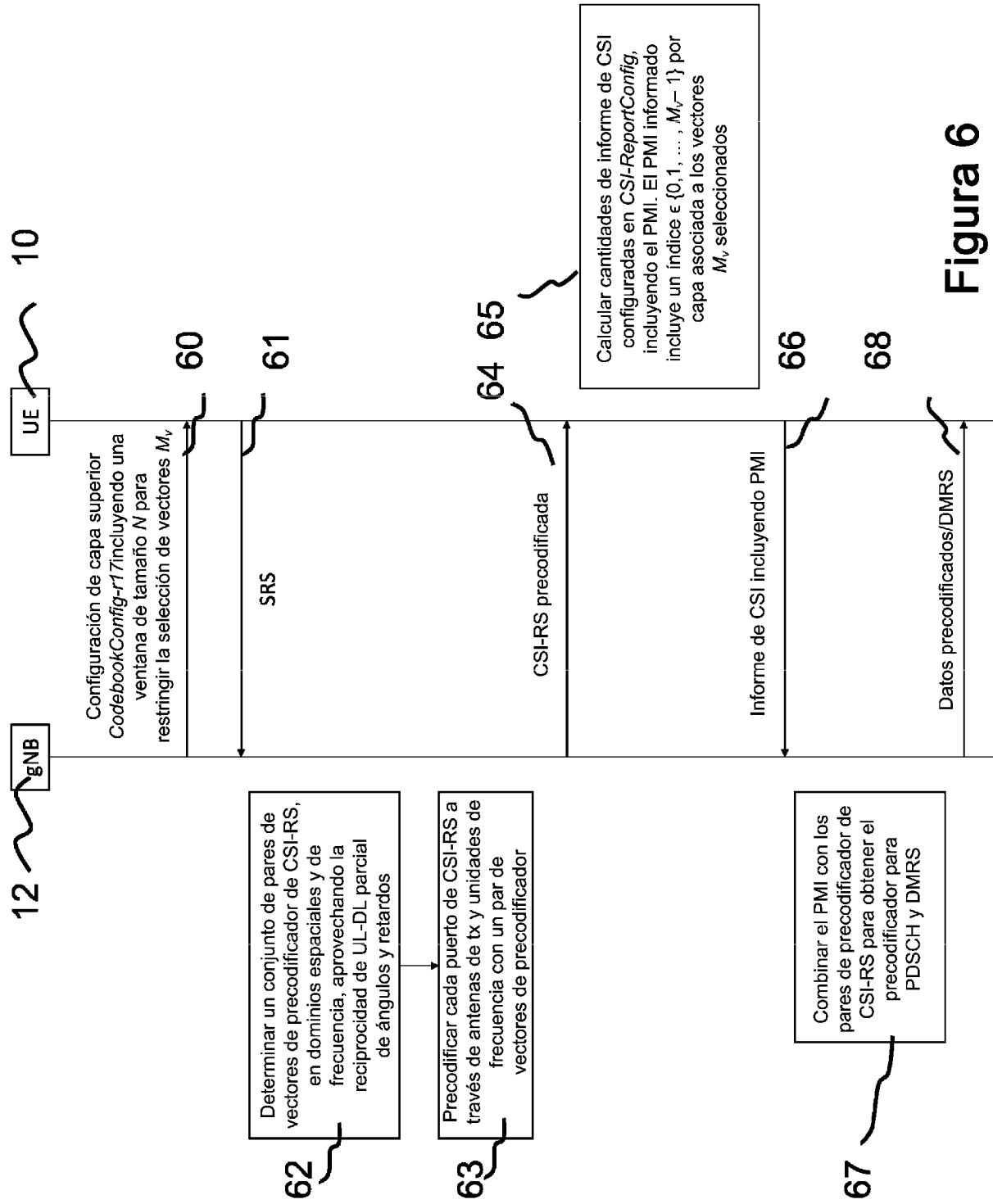


Figura 6

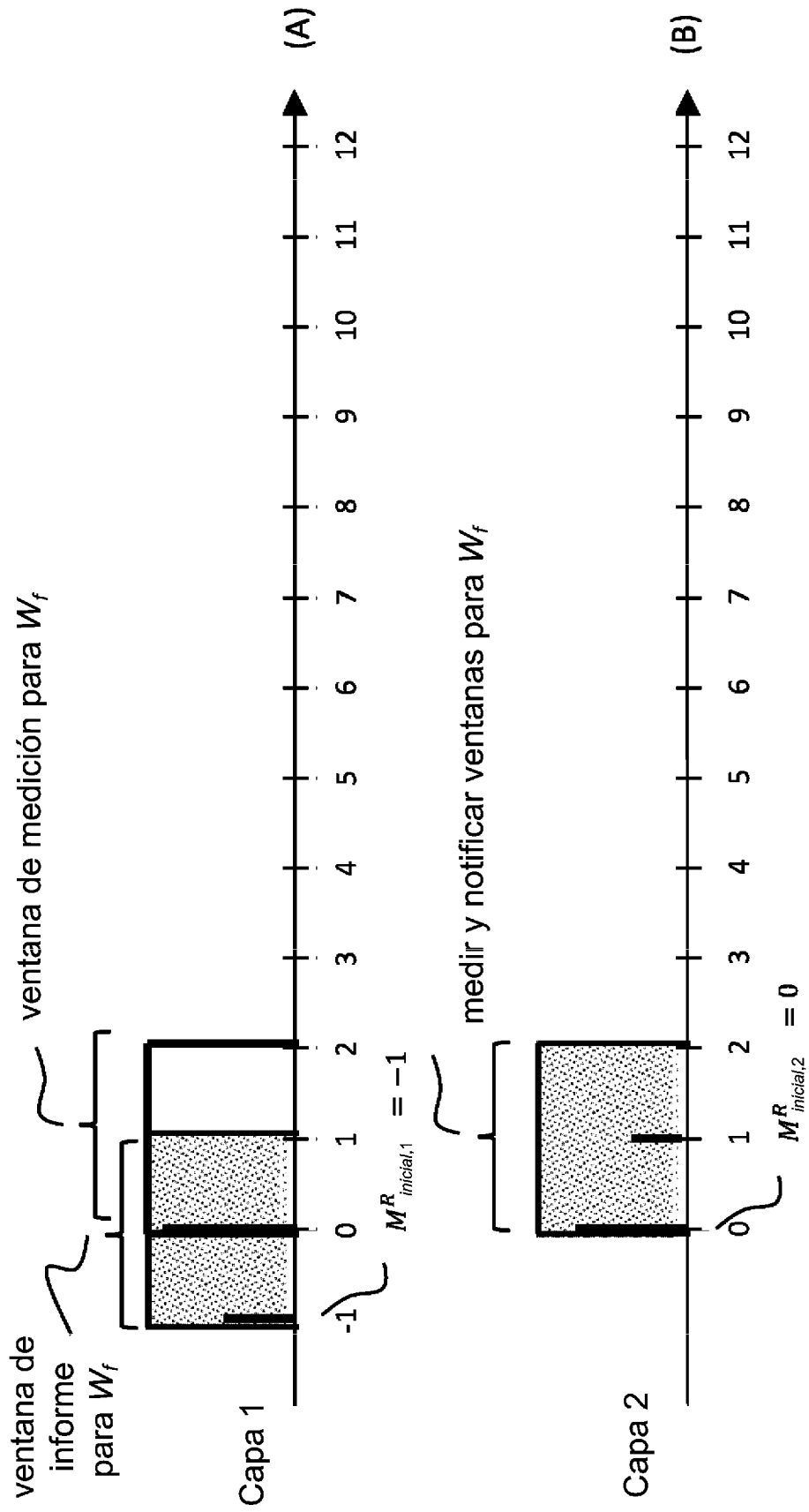


Figura 7

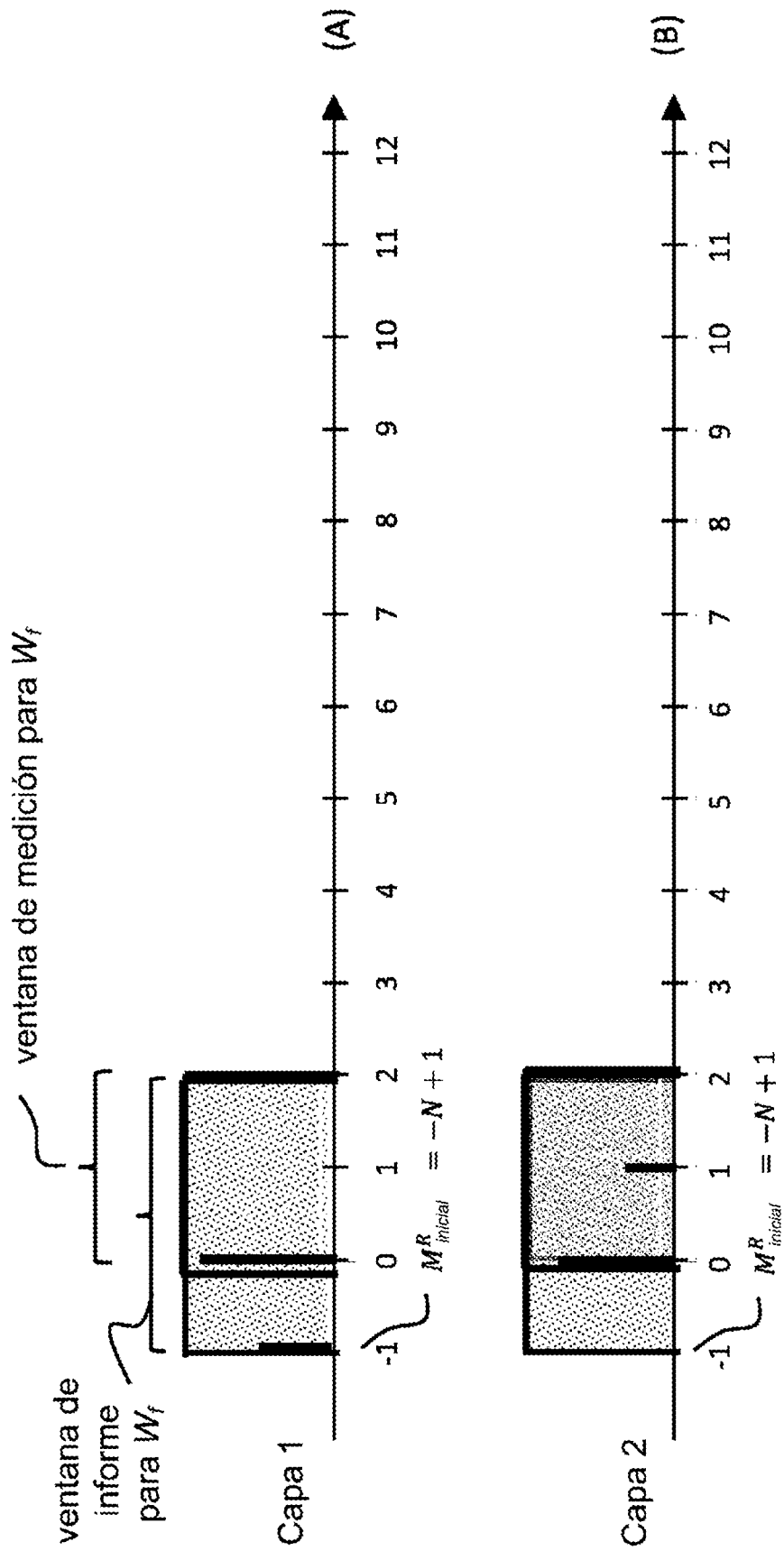
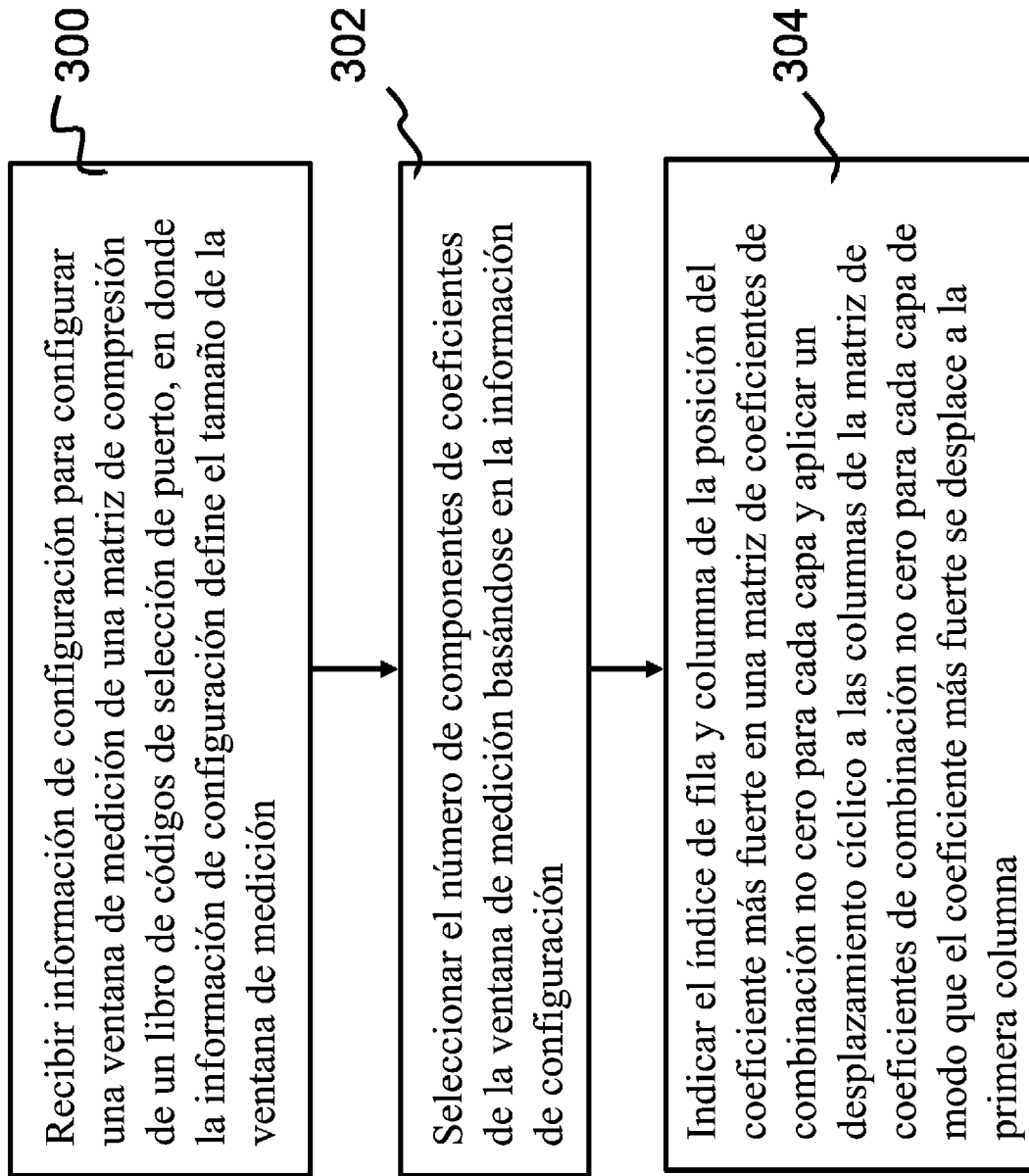
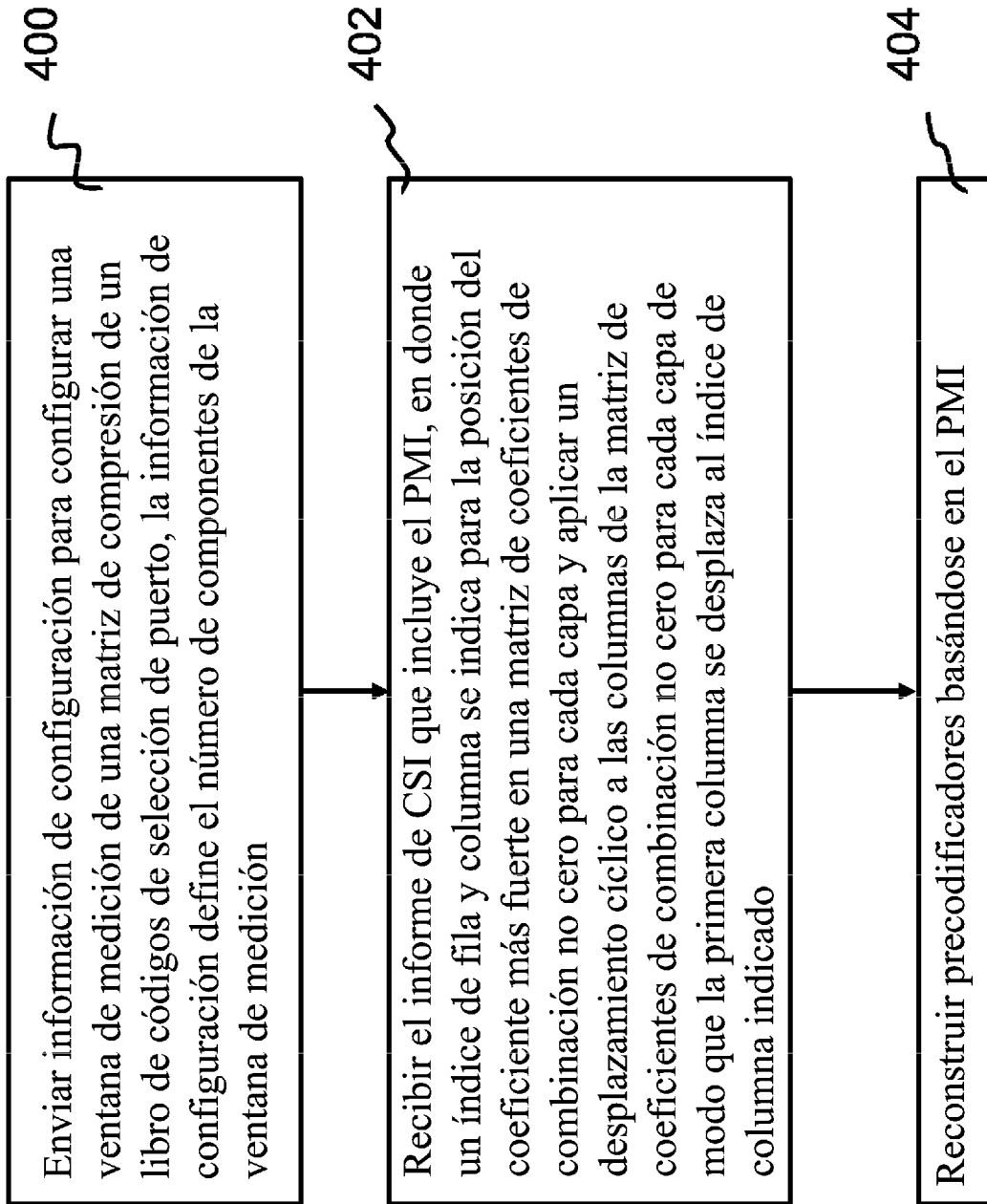


Figura 8

**Figura 9**

**Figura 10**

Ventana de medición y notificación para W_i son las mismas

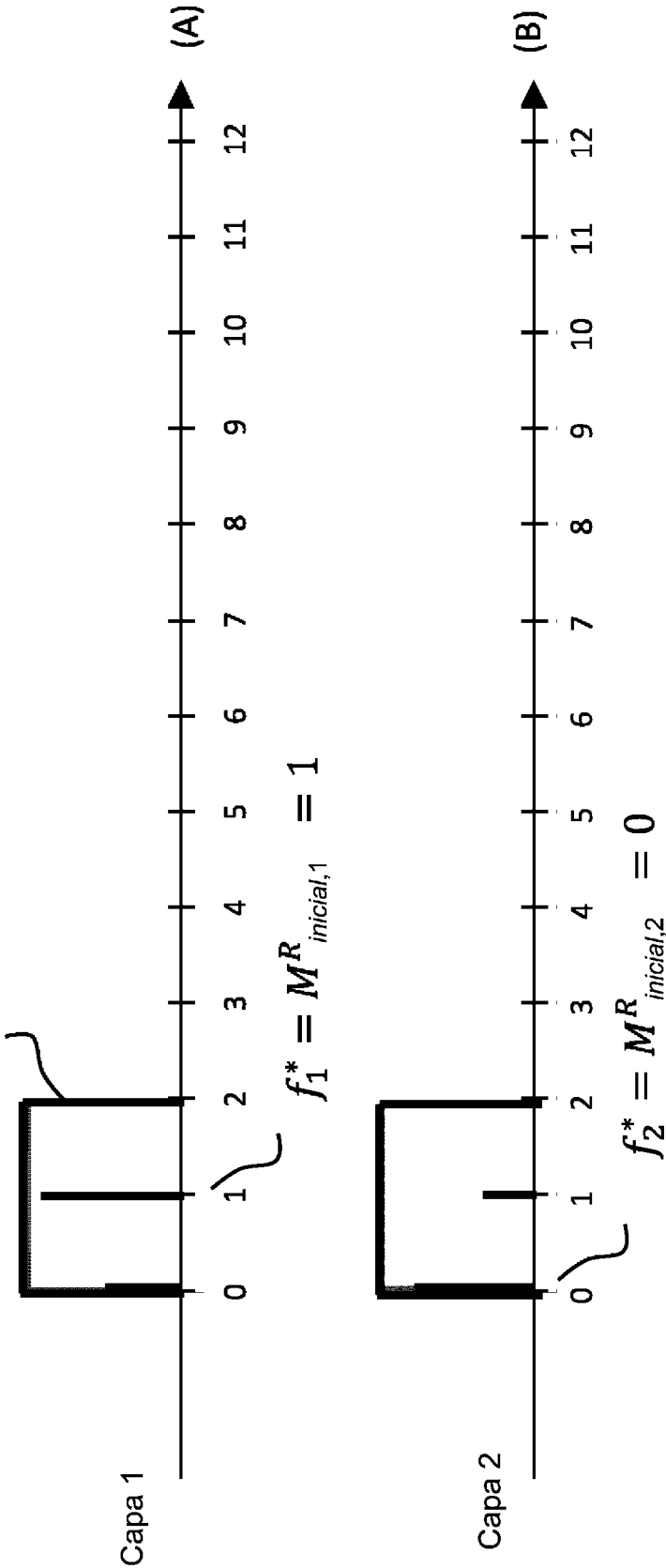


Figura 11

Valor índice	$\left[n_{3,l}^{(0)}, n_{3,l}^{(1)} \right]$
0	$[0,1]$
1	$[0, N_3 - 1]$

Figura 12

Valor índice	$\left[n_{3,l}^{(0)}, n_{3,l}^{(1)}, n_{3,l}^{(2)} \right]$
0	$[0,1,2]$
1	$[0,1, N_3 - 1]$
2	$[0, N_3 - 2, N_3 - 1]$

Figura 13

Valor índice	$\left[n_{3,l}^{(0)}, n_{3,l}^{(1)}, n_{3,l}^{(2)}, n_{3,l}^{(3)} \right]$
0	$[0,1,2,3]$
1	$[0,1,2, N_3 - 1]$
2	$[0,1, N_3 - 2, N_3 - 1]$
3	$[0, N_3 - 3, N_3 - 2, N_3 - 1]$

Figura 14

Valor índice	$[f_0, f_1]$
0	$[0, 1]$
1	$[1, 0]$

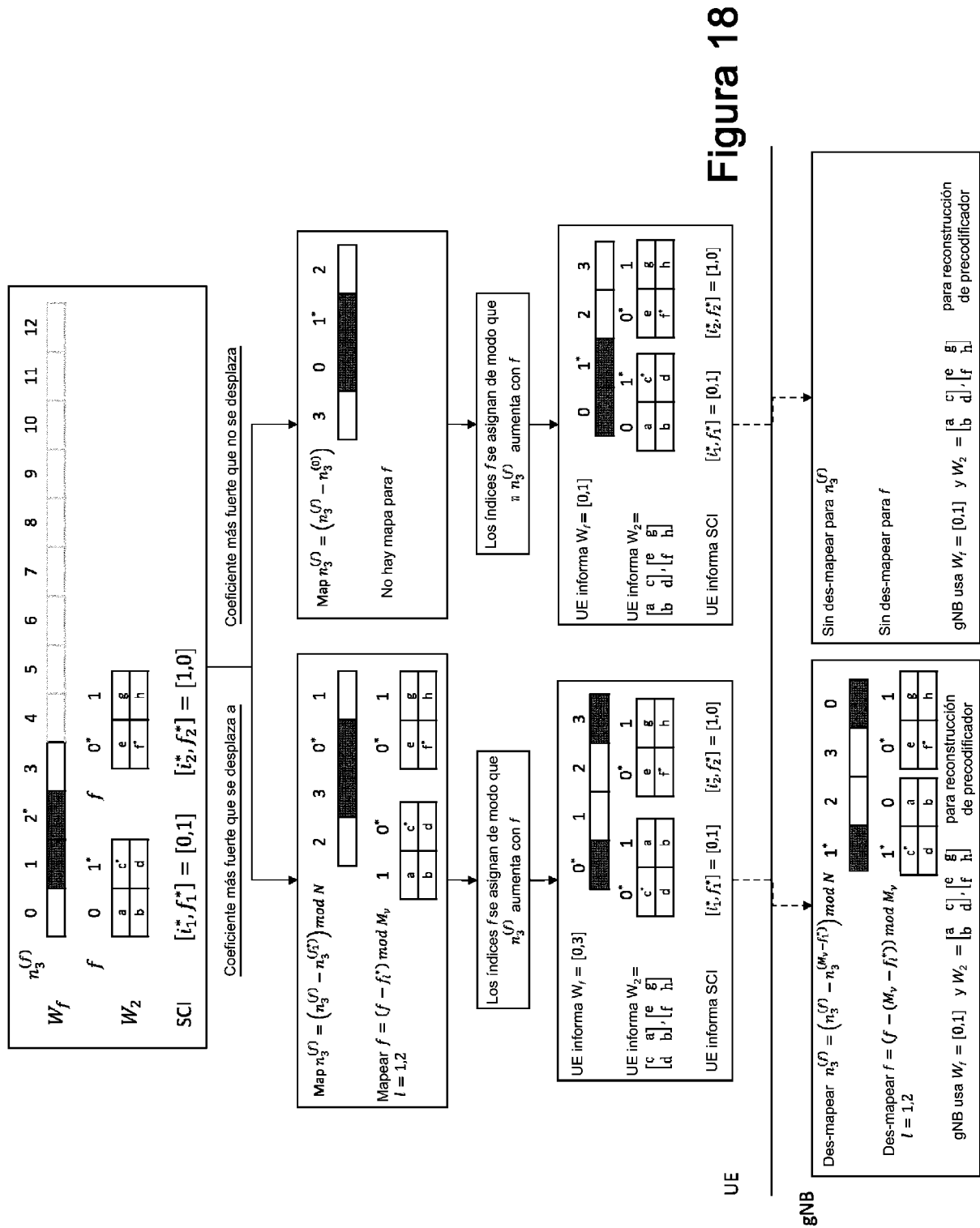
Figura 15

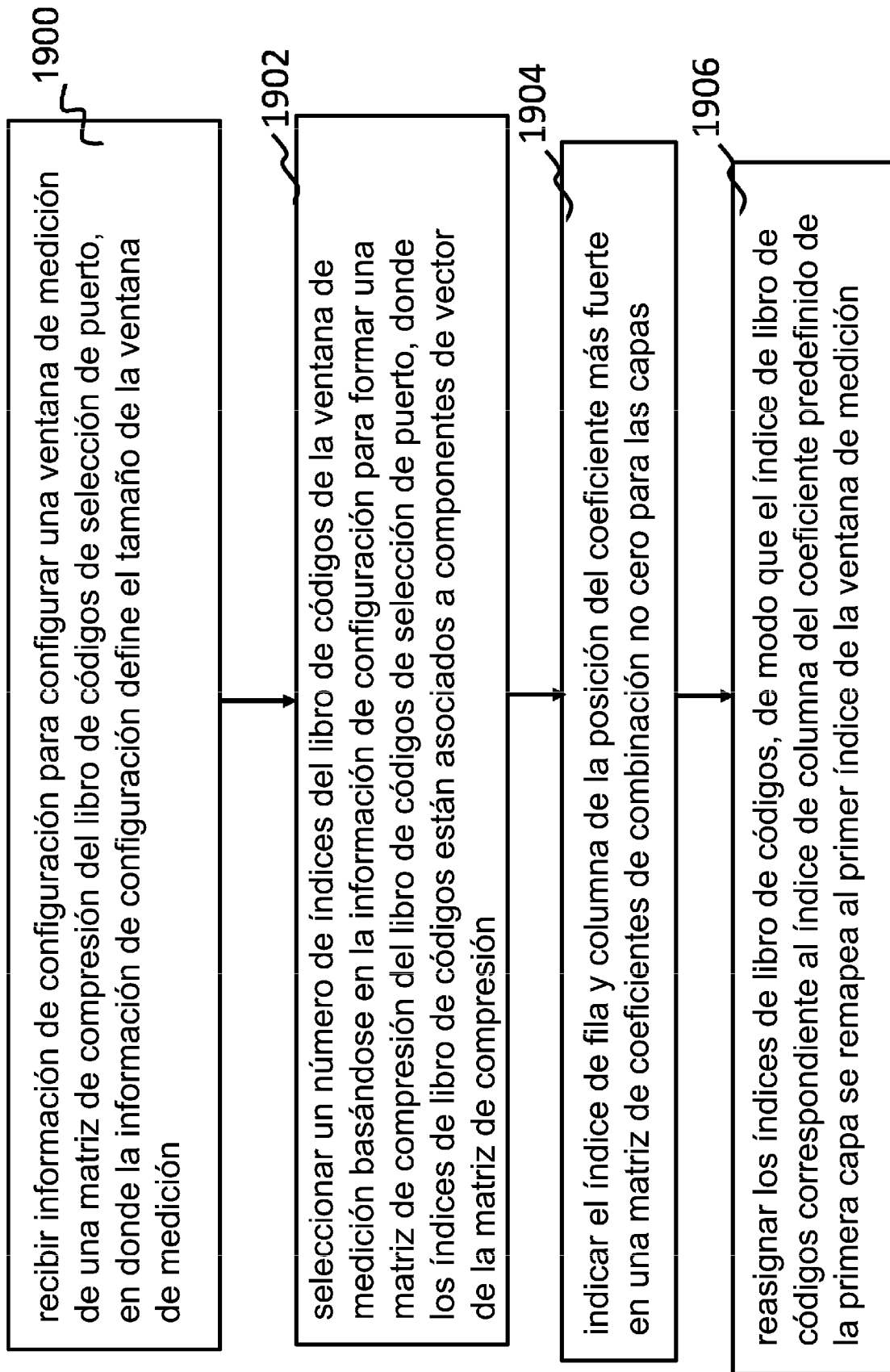
Valor índice	$[f_0, f_1, f_2]$
0	$[0, 1, 2]$
1	$[1, 2, 0]$
2	$[2, 0, 1]$

Figura 16

Valor índice	$[f_0, f_1, f_2, f_3]$
0	$[0, 1, 2, 3]$
1	$[1, 2, 3, 0]$
2	$[2, 3, 0, 1]$
3	$[3, 0, 1, 2]$

Figura 17



**Figura 19**

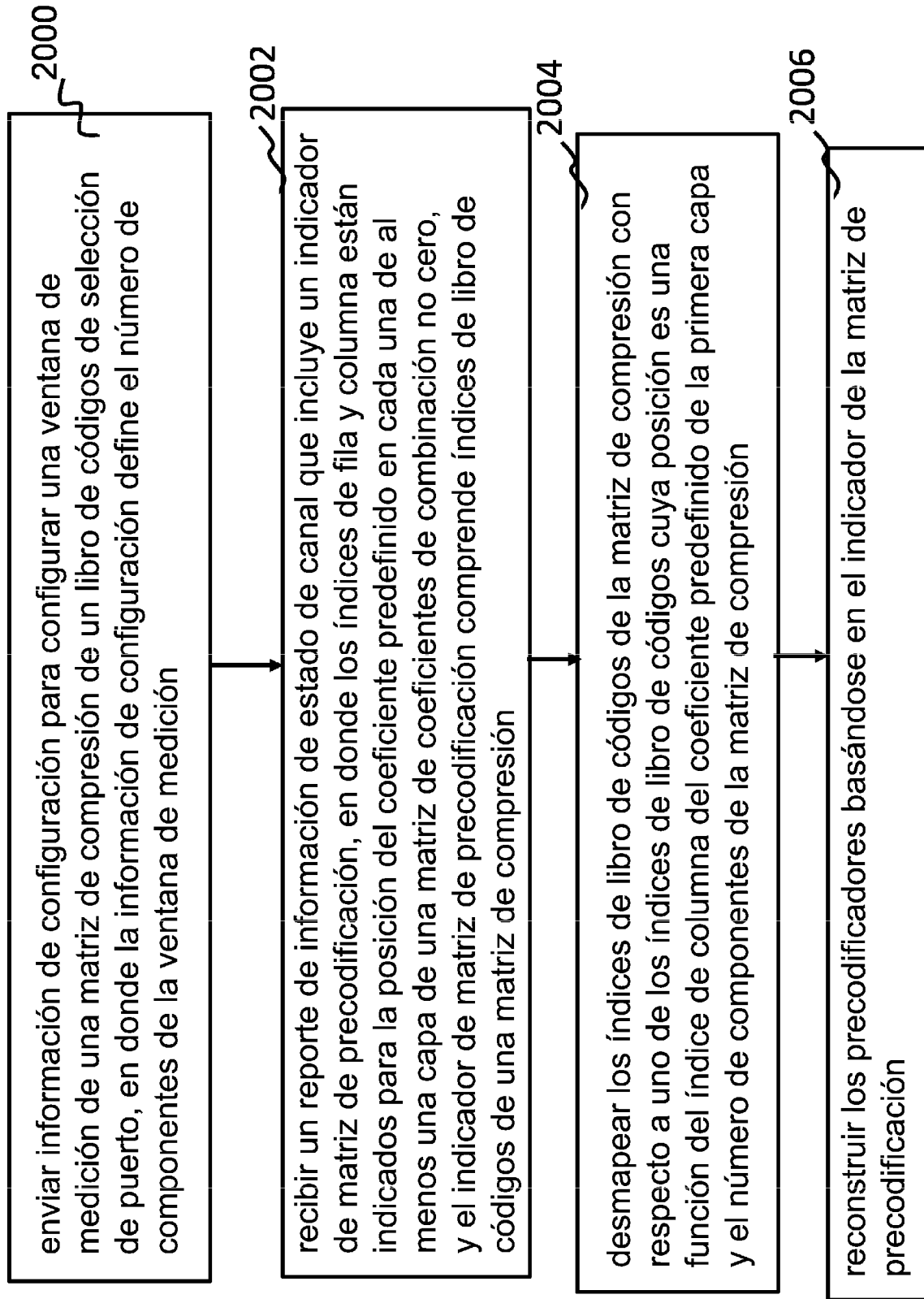


Figura 20