



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 357 434**

51 Int. Cl.:
H04B 7/06 (2006.01)
H04B 7/005 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07019335 .4**
96 Fecha de presentación : **02.10.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **1909407**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.04.2008**

54 Título: **Sistema y método para la realización de precodificación en un sistema de comunicaciones inalámbricas.**

30 Prioridad: **02.10.2006 US 848843 P**
03.07.2007 US 824832

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
26.04.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
26.04.2011

73 Titular/es: **SAMSUNG ELECTRONICS Co., Ltd.**
416 Maetan-dong
Yeongtong-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do, KR

72 Inventor/es: **Khan, Farooq;**
Tsai, Jiann-An;
Van Rensburg, Cornelius y
Ding, Yinong

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 357 434 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

Sistema y método para la realización de precodificación en un sistema de comunicaciones inalámbricas

Campo técnico de la invención

5 La presente revelación hace referencia en general al campo de las comunicaciones inalámbricas y, más específicamente, a un sistema y método para la realización de precodificación en un sistema de comunicaciones inalámbricas.

Antecedentes de la invención

10 Los sistemas de comunicaciones inalámbricas de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) que se implementan actualmente a veces utilizan una precodificación unitaria previa a la asignación de flujos de datos a las antenas físicas a fin de crear un conjunto de antenas virtuales. Esto permite que se transmita cada palabra clave desde todas las antenas físicas. Sin embargo, esta precodificación se realiza sólo para la multiplexación espacial.

15 El artículo "Limited Feedback Unitary Precoding for spatial Multiplexing Systems" publicado en IEEE Transactions on Information Theory, Vol. 51, nº 8 de agosto de 2005 en las páginas 2967 a 2976 escrito por David J. Love y Robert W. Health propone un sistema de precodificación cuantificada en un sistema inalámbrico de múltiples entradas – múltiples salidas (MIMO) mediante la utilización de técnicas de modulación de multiplexación espacial a fin de mejorar la resistencia de la multiplexación espacial. De acuerdo con este sistema el precodificador óptimo se elige a partir de un libro de códigos finito conocido tanto por el receptor como por el transmisor y el índice del precodificador óptimo se transporta desde el receptor hacia el transmisor a través de un enlace de realimentación de bajo retraso. Los resultados de la simulación muestran que el sistema propuesto ofrece mejores resultados que la selección de
20 antena y funciona cerca de la precodificación unitaria óptima con una cantidad mínima de realimentación.

25 El artículo "Limited Feedback Unitary Precoding for orthogonal Space-Time Block Codes" publicado en IEEE Transactions on signal processing, Vol. 53, Nº 1, de enero de 2005 escrito por David J. Love y Robert W. Health investiga un enfoque de realimentación limitada que utiliza un libro de códigos de matrices de precodificación conocidas a priori tanto por el transmisor como por el receptor. El receptor elige una matriz del libro de códigos en base a las condiciones actuales del canal y transporta la matriz de precodificación óptima hacia el transmisor a través de un canal de realimentación de retraso cero libre de errores. Se ha probado que los libros de códigos diseñados utilizando este método proporcionan orden de diversidad total en canales de desvanecimiento Rayleigh.

30 El artículo "Spatial Multiplexing in Correlated Fading via the Virtual Channel Representation" en IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 21, Nº 5, de junio de 2003 escrito por Zhihong Hong, Ke, Liu, Robert W. Health y Akbar M. Sayeed estudia el diseño y el rendimiento de las técnicas de multiplexación espacial en base a una representación virtual de los canales de desvanecimiento de MIMO realista. De acuerdo con estas técnicas se simplifica considerablemente el análisis por pares de probabilidad de error (PEP) para los canales correlativos. Se propone la precodificación unitaria para proporcionar robustez a la estadística de canal desconocido. Se proponen técnicas de precodificación no unitarias para explotar la estructura de canal cuando las estadísticas de canal son
35 conocidas por el transmisor.

Cuando el sistema está utilizando el método de diversidad de transmisión, la precodificación no está disponible, lo que da como resultado una disminución de rendimiento. Por lo tanto, existe la necesidad en el arte de un sistema para la realización de precodificación tanto con multiplexación espacial como con el método de diversidad de transmisión en un sistema de comunicaciones inalámbricas.

40 Resumen de la invención

45 Se proporciona una estación base capaz de realizar precodificaciones en un sistema de comunicaciones inalámbricas. De acuerdo con una realización ventajosa de la presente revelación, la estación base incluye una pluralidad de libros de códigos y un selector de libro de código. Cada libro de código comprende una pluralidad de matrices de precodificación compuestas que se generan en base a una matriz con una diversidad de precodificación correspondiente. El selector de libro de codificación puede operarse para seleccionar uno de los libros de códigos para la utilización en una sesión de comunicaciones con una estación subscriptora.

50 De acuerdo con otra realización de la presente revelación, se proporciona una estación base capaz de realizar la precodificación en un sistema de comunicaciones inalámbricas que incluye un precodificador. El precodificador puede operarse para realizar la precodificación sobre una pluralidad de flujos de datos utilizando una matriz de precodificación compuesta.

De acuerdo con otra realización de la presente revelación, se proporciona un método para la realización de la precodificación en un sistema de comunicaciones inalámbricas que incluye el almacenamiento de una pluralidad de libros de códigos. Cada libro de código comprende una pluralidad de matrices de precodificación compuestas que se generan en base a una matriz con una diversidad de precodificación correspondiente. Uno de los libros de códigos se selecciona para la utilización en una sesión de comunicaciones con una estación subscriptora.

Antes de abordar la "Descripción detallada de la invención" a continuación, sería ventajoso explicar las definiciones de ciertas palabras y frases utilizadas a lo largo de este documento: los términos "incluir" y "comprender," así como sus derivados, significan inclusión sin limitación; el término "o," es inclusivo, es decir que significa y/o; el término "cada" significa cada uno de por lo menos un subconjunto de los elementos identificados; las frases "asociado con" y "asociado con éste/ésta/éstos/éstas," así como sus derivados, pueden significar incluir, ser incluido dentro de, interconectar con, contener, estar contenido dentro de, conectar a o con, acoplar a o con, ser comunicable con, cooperar con, intercalar, yuxtaponer, estar próximo a, estar vinculado a o con, tener, tener la propiedad de, o similares; y el término "controlador" significa cualquier dispositivo, sistema o parte del mismo que controla por lo menos una operación, tal dispositivo puede implementarse en hardware, firmware o software, o alguna combinación de por lo menos dos de los mismos. Cabe señalar que la funcionalidad asociada con cualquier controlador determinado se puede centralizar o distribuir, ya sea en forma local o remota. Las definiciones para ciertas palabras y frases se proporcionan a lo largo de este documento de patente, los expertos en el arte deben comprender que en muchas, si no en la mayoría de las ocasiones, tales definiciones se aplican a los usos anteriores y futuros de tales palabras y frases definidas.

Breve descripción de los dibujos

Para una mayor comprensión de la presente revelación y sus ventajas, se hace referencia ahora a la siguiente descripción considerada conjuntamente con los dibujos que la acompañan, en la cual los números de referencia similares representan partes similares:

La FIGURA 1 ilustra una red inalámbrica de Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales (OFDM) que es capaz de proporcionar señales precodificadas de acuerdo con una realización de la presente revelación;

La FIGURA 2 ilustra una estación base a modo de ejemplo que es capaz de realizar la precodificación de acuerdo con una realización de la presente revelación;

La FIGURA 3 ilustra detalles de una porción del generador de señal de la FIGURA 2 cuando está utilizando multiplexación espacial total de acuerdo con una realización de la presente revelación;

La FIGURA 4 ilustra detalles de una porción del generador de señal de la FIGURA 2 cuando está utilizando el método de diversidad de transmisión de acuerdo con una realización de la presente revelación;

Las FIGURAS 5 A-D ilustran detalles de una porción del generador de señal de la FIGURA 2 cuando está utilizando multiplexación espacial parcial de acuerdo con algunas realizaciones de la presente revelación;

Las FIGURAS 6 A-B ilustra estructuras de precodificación con vector de símbolos para la utilización mediante el generador de señal de la FIGURE 2 cuando está utilizando multiplexación espacial parcial de acuerdo con dos realizaciones de la presente revelación; y

La FIGURA 7 es un diagrama de flujo que ilustra un método para la realización de la precodificación utilizando el generador de señal de la FIGURA 2 de acuerdo con una realización de la presente revelación.

Descripción detallada de la invención

Las FIGURAS 1 a 7, que se expusieron con anterioridad, y las diferentes realizaciones utilizadas para describir los principios de la presente revelación en este documento de patente son sólo ilustrativas y no se deberían interpretar en modo alguno como limitativas del alcance de la revelación. Los expertos en el arte comprenderán que los principios de la presente realización se pueden implementar en cualquier red inalámbrica adecuadamente configurada.

La FIGURA 1 ilustra una red inalámbrica de Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales (OFDM) que es capaz de proporcionar señales de acuerdo con una realización de la presente revelación. En la realización ilustrada, la red inalámbrica 100 incluye una estación base (BS) 101, una estación base (BS) 102, y una estación base (BS) 103. La estación base 101 se comunica con la estación base 102 y con la estación base 103. La estación base 101 también se comunica con la red de Protocolo de Internet (IP) 130, tales como Internet, una red IP privada, u otra red de datos.

- 5 La estación base 102 proporciona acceso de banda ancha inalámbrico a la red 130, mediante la estación base 101, a una primera pluralidad de estaciones subscriptoras dentro del área de cobertura 120 de la estación base 102. La primera pluralidad de estaciones subscriptoras incluye a la estación subscriptora (SS) 111, la estación subscriptora (SS) 112, la estación subscriptora (SS) 113, la estación subscriptora (SS) 114, la estación subscriptora (SS) 115 y la estación subscriptora (SS) 116. En una realización a modo de ejemplo, la SS 111 puede estar ubicada en un pequeño negocio (SB), la SS 112 puede estar ubicada en una empresa (E), la SS 113 puede estar ubicada en un punto de acceso WiFi (HS), la SS 114 puede estar ubicada en una primera residencia, la SS 115 puede estar ubicada en una segunda residencia, y la SS 116 puede ser un dispositivo móvil (M).
- 10 La estación base 103 proporciona acceso de banda ancha inalámbrico a la red 130, mediante la estación base 101, a una segunda pluralidad de estaciones subscriptoras dentro del área de cobertura 125 de la estación base 103. La segunda pluralidad de estaciones subscriptoras incluye la estación subscriptora 115 y la estación subscriptora 116.
- 15 En otras realizaciones, la estación base 101 puede estar en comunicación con menos o más estaciones base. Además, mientras que se muestran sólo seis estaciones subscriptoras en la FIGURA 1, se comprende que la red inalámbrica 100 puede proporcionar el acceso de banda ancha inalámbrico a más de seis estaciones subscriptoras. Cabe señalar que la estación subscriptora 115 y la estación subscriptora 116 se encuentran en el borde del área de cobertura 120 y el área de cobertura 125. La estación subscriptora 115 y la estación subscriptora 116 cada una se comunica tanto con la estación base 102 como con la estación base 103 y se puede decir que operan en transferencia suave, como lo conocen aquellos con conocimientos en el arte.
- 20 En una realización a modo de ejemplo, las estaciones base 101-103 pueden comunicarse entre sí y con las estaciones subscriptoras 111-116 utilizando un estándar de red de área metropolitana inalámbrica IEEE-802.16, 802.20, ó 802.11, tal como, por ejemplo, un estándar IEEE-802.16e. En otra realización, sin embargo, se puede emplear un protocolo inalámbrico diferente, tal como, por ejemplo, un estándar de red de área metropolitana inalámbrica HIPERMAN. La estación base 101 se puede comunicar a través de una comunicación con línea de visión directa con la estación base 102 y con la estación base 103. La estación base 102 y la estación base 103 puede cada una comunicarse a través de una comunicación sin visibilidad directa con las estaciones base 111-116 utilizando técnicas de OFDM y/o OFDMA.
- 25 La estación base 102 puede proporcionar un servicio de nivel T1 a la estación subscriptora 112 asociada con la empresa y un servicio de nivel T1 fraccionado a la estación subscriptora 111 asociada con el negocio pequeño. La estación base 102 puede proporcionar una red de retorno inalámbrica para la estación subscriptora 113 asociada con el punto de acceso (hotspot) WiFi, que puede estar ubicado en un aeropuerto, un café, un hotel, o un campus universitario. La estación base 102 puede proporcionar un servicio de nivel de línea de abonado digital (DSL) a las estaciones subscriptoras 114, 115 y 116.
- 30 Las estaciones subscriptoras 111-116 pueden utilizar el acceso de banda ancha a la red 130 para tener acceso a voz, datos, vídeo, vídeo teleconferencia, y/u otros servicios de banda ancha. En una realización a modo de ejemplo, una o más estaciones subscriptoras 111-116 se pueden asociar con un punto de acceso (AP) de una red WLAN Wi-Fi. La estación subscriptora 116 puede ser un sin número de dispositivos móviles, que incluyen un ordenador portátil con capacidad inalámbrica, un asistente de datos personal, una notebook, un dispositivo portátil, u otro dispositivo con capacidad inalámbrica. Las estaciones subscriptoras 114 y 115 pueden ser, por ejemplo, un ordenador personal con capacidad inalámbrica, un ordenador portátil, una puerta de enlace, u otro dispositivo.
- 35 Las líneas de puntos muestran la extensión aproximada de las áreas de cobertura 120 y 125, que se muestran como aproximadamente circulares a modo de ejemplo y explicación solamente. Se debe entender claramente que las áreas de cobertura asociadas con las estaciones base, por ejemplo, las áreas de cobertura 120 y 125, pueden tener otras formas, que incluyen formas irregulares, s la configuración de las estaciones base y las variaciones en el entorno radial asociado con las obstrucciones naturales y artificiales.
- 40 Además, las áreas de cobertura asociadas con las estaciones base no son constantes a lo largo del tiempo y pueden ser dinámicas (expandiéndose o contrayéndose o cambiando de forma) en base a niveles de potencia de transmisión cambiantes de la estación base y/o las estaciones subscriptoras, las condiciones climáticas, y otros factores. En una realización, el radio de las áreas de cobertura de las estaciones base, por ejemplo, las áreas de cobertura 120 y 125 de las estaciones base 102 y 103, pueden extenderse en el rango entre aproximadamente 2 kilómetros y aproximadamente cincuenta kilómetros desde las estaciones base.
- 45 Como es bien conocido en el arte, una estación base, tal como la estación 101, 102, ó 103, pueden emplear antenas direccionales para soportar una pluralidad de sectores dentro del área de cobertura. En la FIGURA 1, las estaciones base 102 y 103 se muestra aproximadamente en el centro de las áreas de cobertura 120 y 125, respectivamente. En otras realizaciones, la utilización de antenas direccionales puede ubicar a la estación base cerca del borde del área de cobertura, por ejemplo, en la punta de un área de cobertura de forma cónica o en forma de pera.
- 55

La conexión a la red 130 desde la estación base 101 puede comprender una conexión de banda ancha, por ejemplo, una línea de fibra óptica, a los servidores ubicados en una oficina central u otro punto de presencia operativo de la compañía. Los servidores pueden proporcionar comunicación a un portal de Internet para comunicaciones basadas en el protocolo de Internet y a una puerta de enlace a la red telefónica pública conmutada para comunicaciones de voz. Los servidores, el portal de Internet, y la puerta de enlace a la red telefónica pública conmutada no se muestran en la FIGURA 1. En otra realización, la conexión a la red 130 se puede proporcionar mediante diferentes nodos y equipos de red.

De acuerdo con una realización de la presente revelación, cada estación base 101-103 puede operarse para precodificar señales utilizando una matriz de precodificación compuesta que proporciona características de compartición de potencia y diversidad. La utilización de esta matriz de precodificación compuesta le permite a las estaciones base 101-103 aprovechar las ventajas de la precodificación ya sea que se utilice multiplexación espacial o el método de diversidad de transmisión. Además, para una realización de la presente revelación, cada estación base 101-103 puede operarse, para cada sesión de comunicaciones, para seleccionar un libro de códigos de matrices de precodificación compuestas a partir de una pluralidad de libros de códigos posibles y usar una o más de las matrices de precodificación compuestas dentro del libro de códigos seleccionado para esa sesión de comunicaciones.

La FIGURA 2 ilustra una estación base a modo de ejemplo 102 en mayor detalle de acuerdo con una realización de la presente revelación. La estación base 102 se ilustra a modo de ejemplo solamente. Sin embargo, se deberá entender que los componentes ilustrados y descritos con respecto a la estación base 102 también forman parte de las estaciones base 101 y 103. En una realización, la estación base 102 comprende un controlador 225, el controlador de canal 235, la interfaz (IF) transceptora 245, la unidad transceptora de radio frecuencia (RF) 250, y un conjunto de antenas 255.

El controlador 225 comprende circuitos y una memoria de procesamiento capaces de ejecutar un programa operativo que controla la operación general de la estación base 102. En una realización, el controlador 225 puede ser operado para comunicarse con la red 130. Bajo condiciones normales, el controlador 225 dirige la operación del controlador de canal 235, que comprende un sin número de elementos de canal, tal como el elemento de canal a modo de ejemplo 240, cada uno de los cuales realiza una comunicación bidireccional en el canal de transmisión y el canal de recepción. Un canal de transmisión (o enlace descendente) hace referencia a señales salientes desde la estación base 102 hacia las estaciones subscriptoras 111-116. Un canal de recepción (o enlace ascendente) hace referencia a señales entrantes desde las estaciones subscriptoras 111-116 hacia la estación base 102. El elemento de canal 240 también preferentemente realiza todo el procesamiento de banda base, que incluye el procesamiento de cualquier señal digitalizada recibida para extraer la información o los bits de datos transportados en la señal recibida, que normalmente incluye desmodulación, decodificación, y las operaciones de corrección de errores, como es conocido por aquellos con conocimiento en el arte. La interfaz transceptora IF 245 transfiere las señales bidireccionales de canal entre el controlador de canal 235 y la unidad transceptora de RF 250.

El conjunto de antenas 255 transmite las señales de canal de transmisión recibidas desde la unidad transceptora de RF 250 hacia las estaciones subscriptoras 111-116 en el área de cobertura de la estación base 102. El conjunto de antenas 255 puede operarse también para enviar a la unidad transceptora de RF 250 señales de canal de recepción desde las estaciones subscriptoras 111-116 en el área de cobertura de la estación base 102. De acuerdo con una realización de la presente revelación, el conjunto de antenas 255 comprende una antena multisectorial, tal como una antena de tres sectores en la cual cada sector de antena es responsable de transmitir y recibir en un área de cobertura correspondiente a un arco de aproximadamente 120 grados. Asimismo, la unidad transceptora de RF 250 puede comprender una unidad de selección de antena para seleccionar entre las diferentes antenas en el conjunto de antenas 255 durante las operaciones de transmisión y recepción.

De acuerdo con una realización de la presente revelación, el controlador de canal 235 también comprende un generador de señal 265 que comprende una pluralidad de libros de códigos 270, un selector de libro de códigos 275, un selector de precodificador 280, un precodificador 285 y un bloque de transformada rápida de Fourier inversa (IFFT) 290. Aunque se ilustran y describen como cuatro componentes separados, se deberá entender que dos o más elementos cualquiera entre el selector de libro de códigos 275, el selector de precodificador 280, el precodificador 285 y el bloque de IFFT 290 pueden implementarse en forma conjunta en un componente único sin apartarse del alcance de la presente revelación.

El generador de señal 265 puede operarse para crear una antena virtual para cada señal mediante la precodificación de las señales antes de la transmisión. El generador de señal 265 también puede operarse para almacenar una pluralidad de libros de códigos posibles 270, cada uno de los cuales comprende una pluralidad de matrices de precodificación para la utilización en la precodificación de las señales. El selector de libro de códigos 275 puede operarse para seleccionar uno de los libros de códigos 270 a ser utilizado durante cualquier intervalo adecuado. Por ejemplo, para una realización, el selector de libro de códigos 275 puede operarse para seleccionar uno de los libros de códigos 270 a ser utilizado una vez para cada sesión de comunicaciones con una estación subscriptora 111-116.

El selector de precodificador 280 puede operarse para seleccionar una de las matrices de precodificación a partir del libro de códigos seleccionado 270 para la utilización en la comunicación con una estación subscriptora 111-116 durante cualquier intervalo adecuado. Por ejemplo, para una realización, el selector de precodificador 280 puede operarse para seleccionar una de las matrices de precodificación a partir del libro de códigos seleccionado 270 para la utilización en la comunicación con una estación subscriptora 111-116 para cada intervalo de tiempo de transmisión (TTI, por sus siglas en inglés).

El precodificador 285 puede operarse para precodificar cada señal, o flujo de datos, para una antena virtual correspondiente utilizando la matriz de precodificación seleccionada mediante el selector de precodificador 280. El bloque de IFFT 290 puede operarse para realizar una operación de transformada rápida de Fourier inversa sobre cada señal precodificada. Cada señal transformada precodificada puede transmitirse desde una antena diferente en el conjunto de antenas 255.

Cada matriz de precodificación de los libros de códigos 270 que puede ser utilizada por el precodificador 285 para precodificar las señales para la transmisión desde la estación base 102 puede comprender una matriz de precodificación compuesta, que es una matriz de precodificación que se genera en base a una matriz con una diversidad de precodificación y una matriz de precodificación de compartición de potencia. Como se utiliza en este documento, una "matriz con una diversidad de precodificación" significa una matriz de precodificación que puede operarse para proporcionar diversidad de transmisión. Por ejemplo, para una realización, la matriz con una diversidad de precodificación puede comprender una matriz de diversidad unitaria de retraso cíclico. Sin embargo, se deberá entender que la matriz con una diversidad de precodificación puede comprender una matriz de precodificación no unitaria u otro tipo adecuado de matriz de precodificación unitaria.

Además, como se utiliza en este documento, una "matriz de precodificación de compartición de potencia" significa una matriz de precodificación que puede operarse para proporcionar propiedades de compartición de potencia para las antenas físicas 255, tales como aquellas asociadas con multiplexación espacial en la cual cada señal se transmite de alguna forma a través de cada antena 255. Por ejemplo, para una realización, la matriz de precodificación de compartición de potencia puede comprender una matriz de precodificación unitaria en base a la transformada de Fourier. Sin embargo, se deberá entender que la matriz de precodificación de compartición de potencia puede comprender una matriz de precodificación no unitaria o una matriz de precodificación unitaria no basada en una transformada de Fourier. Como se describe en más detalle a continuación, cada uno de los libros de códigos 270 puede comprender matrices de precodificación compuestas que se generan en base a un mismo conjunto de matrices de precodificación de compartición de potencia pero que también se generan en base a una matriz con una diversidad de precodificación que tiene un desplazamiento de fase diferente comparado con los otros libros de códigos 270.

En un ejemplo, una matriz de precodificación de compartición de potencia puede comprender una matriz de precodificación de Fourier, de *cuadrado* $N \times N$, que se define de la siguiente forma:

$$P_{mn} = e^{j2\pi mn/N} \quad m, n = 0, 1, \dots, (N-1)$$

Por lo tanto, una matriz de precodificación de Fourier de 2×2 se puede expresar de la siguiente forma:

$$P_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & e^{j\pi} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$$

De manera similar, una matriz de precodificación de Fourier de 4×4 se puede expresar de la siguiente forma:

$$P_4 = \frac{1}{\sqrt{4}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & e^{j\pi/2} & e^{j\pi} & e^{j3\pi/2} \\ 1 & e^{j\pi} & e^{j2\pi} & e^{j3\pi} \\ 1 & e^{j3\pi/2} & e^{j3\pi} & e^{j9\pi/2} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{4}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & j & -1 & -j \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & -j & -1 & j \end{bmatrix}$$

Las matrices de precodificación de compartición de potencia múltiples que se pueden utilizar para la generación de las matrices de precodificación compuestas para un libro de códigos 270 determinado se pueden definir mediante la introducción de un parámetro de desplazamiento (g/G) en la matriz de precodificación de Fourier según:

$$P_{mn} = e^{j2\pi \frac{m}{N} \left(n + \frac{g}{G} \right)} \quad m, n = 0, 1, \dots, (N-1).$$

Por ejemplo, un conjunto de cuatro matrices de precodificación de Fourier de 2x2 se puede definir considerando $G=4$. Estas cuatro matrices de 2x2 con $g=0, 1, 2$ y 3 se escriben de la siguiente forma:

$$P_2^0 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \quad P_2^1 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\pi/4} & -e^{j\pi/4} \end{bmatrix}$$

$$P_2^2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\pi/2} & e^{j3\pi/4} \end{bmatrix} \quad P_2^3 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j3\pi/4} & -e^{j3\pi/4} \end{bmatrix}$$

5

Se puede implementar un esquema de diversidad de retraso cíclico en el dominio de frecuencia con un desplazamiento de fase de $e^{j\varphi_k}$ aplicado a la subportadora k transmitida desde la antena de transmisión i^{th} . El ángulo de desplazamiento de fase se puede definir como:

$$\varphi_i = \frac{2\pi}{N} D_i,$$

10 donde D_i es el retraso cíclico en las muestras aplicadas desde la antena i^{th} . Se entenderá que se pueden utilizar otras funciones para obtener el desplazamiento de fase en el dominio de frecuencia. Además, para algunas realizaciones, se puede mantener constante el desplazamiento de fase para un grupo de subportadoras y se puede permitir variarlo de un grupo de subportadoras a otro.

15 Se puede considerar que la diversidad de retraso cíclico se precodifica con la siguiente matriz con una diversidad de precodificación para el caso de cuatro antenas de transmisión:

$$D_4 = \frac{1}{\sqrt{4}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & e^{j\phi_1 k} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & e^{j\phi_2 k} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e^{j\phi_3 k} \end{bmatrix}.$$

20 Para este caso, se transmite el mismo símbolo con los desplazamientos de fase en función de la antena y la frecuencia desde múltiples antenas. Normalmente, no se aplica desplazamiento de fase para el símbolo transmitido desde la primera antena. Como se describió con anterioridad, se puede utilizar diferentes ángulos de desplazamiento de fase para generar matrices con una diversidad de precodificación múltiples, donde cada matriz con una diversidad de precodificación corresponde a un libro de códigos determinado.

Asimismo como se describió con anterioridad, una matriz de precodificación de compartición de potencia, P , y una matriz con una diversidad de precodificación, D , pueden utilizarse para generar una matriz de precodificación compuesta, C , para el caso de cuatro antenas de transmisión como se muestra a continuación:

$$C = D \times P = \frac{1}{\sqrt{4}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & e^{j\phi_1 k} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & e^{j\phi_2 k} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e^{j\phi_3 k} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & e^{j\pi/2} & e^{j\pi} & e^{j3\pi/2} \\ 1 & e^{j\pi} & e^{j2\pi} & e^{j3\pi} \\ 1 & e^{j3\pi/2} & e^{j3\pi} & e^{j9\pi/2} \end{bmatrix}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{4}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j\phi_1 k} & e^{j(\pi/2+\phi_1 k)} & e^{j(\pi+\phi_1 k)} & e^{j(3\pi/2+\phi_1 k)} \\ e^{j\phi_2 k} & e^{j(\pi+\phi_2 k)} & e^{j(2\pi+\phi_2 k)} & e^{j(3\pi+\phi_2 k)} \\ e^{j\phi_3 k} & e^{j(3\pi/2+\phi_3 k)} & e^{j(3\pi+\phi_3 k)} & e^{j(9\pi/2+\phi_3 k)} \end{bmatrix}$$

En otra realización, el orden de la multiplicación de las matrices D y P puede cambiarse, lo que produce una transposición de la matriz de precodificación compuesta, o C^T , como se muestra a continuación:

$$C^T = P \times D = \frac{1}{\sqrt{4}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & e^{j\pi/2} & e^{j\pi} & e^{j3\pi/2} \\ 1 & e^{j\pi} & e^{j2\pi} & e^{j3\pi} \\ 1 & e^{j3\pi/2} & e^{j3\pi} & e^{j9\pi/2} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & e^{j\phi_1 k} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & e^{j\phi_2 k} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e^{j\phi_3 k} \end{bmatrix}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{4}} \begin{bmatrix} 1 & e^{j\phi_1 k} & e^{j\phi_2 k} & e^{j\phi_3 k} \\ 1 & e^{j(\pi/2+\phi_1 k)} & e^{j(\pi+\phi_1 k)} & e^{j(3\pi/2+\phi_1 k)} \\ 1 & e^{j(\pi+\phi_2 k)} & e^{j(2\pi+\phi_2 k)} & e^{j(3\pi+\phi_2 k)} \\ 1 & e^{j(3\pi/2+\phi_3 k)} & e^{j(3\pi+\phi_3 k)} & e^{j(9\pi/2+\phi_3 k)} \end{bmatrix}$$

- 5 Dado que C representa una matriz de precodificación de compartición de potencia (que transforma a las antenas virtuales en antenas físicas) y una matriz con una diversidad de precodificación (que introduce un retraso de tiempo cíclico o un desplazamiento de frecuencia equivalente), la utilización de C como un precodificador produce retrasos para las antenas físicas. Por otro lado, la utilización de la transposición de esta matriz, o C^T , produce retrasos para las antenas virtuales. Por lo tanto, a fin de introducir selectividad de frecuencia, cuando se ingresa el mismo símbolo dentro del precodificador 285, las antenas virtuales se retardan unas en relación con otras.

Además, cuando un símbolo único se ingresa dentro del precodificador 285, el precodificador 285 puede operarse para multiplicar el símbolo por un vector de peso, w , que no es ortogonal a ninguna línea de la matriz de precodificación compuesta. Por ejemplo, cuando $w=[1 \ 1 \ 1 \ 1]^T$, w es igual a la primera línea de la matriz de precodificación compuesta y es por lo tanto ortogonal a las otras líneas. De la misma manera, cuando se ingresan diferentes símbolos dentro del precodificador 285, las antenas físicas se retardan unas en relación con otras porque se transmite un símbolo a través de una antena virtual.

En un ejemplo donde se utilizan dos antenas de transmisión 255, se puede definir una matriz de precodificación compuesta de la siguiente forma:

$$C_2 = D_2 \times P_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\phi_1 k} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\phi_1 k} & -e^{j\phi_1 k} \end{bmatrix}$$

- 20 Los símbolos, T_1 y T_2 , transmitidos desde las dos antenas físicas 255 son los siguientes:

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \end{bmatrix} &= C_2^T \times \begin{bmatrix} S_1 \\ S_1 \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & e^{j\phi k} \\ 1 & -e^{j\phi k} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} S_1 \\ S_1 \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} S_1(1+e^{j\phi k}) \\ S_1(1-e^{j\phi k}) \end{bmatrix} \\ &= \frac{S_1 e^{j\frac{\phi k}{2}}}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \cos(\phi_1 k / 2) \\ e^{j3\pi/2} \cos(\phi_1 k / 2 + \pi / 2) \end{bmatrix} \end{aligned}$$

5 Las matrices de precodificación compuestas pueden desarrollarse para otros esquemas de diversidad de transmisión, tales como la codificación en bloques de espacios de frecuencia (SFBC, por sus siglas en inglés), la diversidad de transmisión con frecuencia conmutada (FSTD, por sus siglas en inglés), diversidad de transmisión por tiempo conmutado (TSTD, por sus siglas en inglés) o una combinación de estos esquemas. Por ejemplo, para el caso de la SFBC para dos antenas de transmisión 255, los símbolos transmitidos desde las dos antenas 255 y las dos subportadoras adyacentes se pueden presentar como:

$$\begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} \\ T_{21} & T_{22} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* \\ S_2 & S_1^* \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} S_1 + S_2 & -S_2^* + S_1^* \\ S_1 - S_2 & -S_2^* - S_1^* \end{bmatrix},$$

10 donde T_{11} y T_{21} denotan los símbolos transmitidos desde la antena 1 y la antena 2 sobre la primera subportadora de OFDM y T_{12} y T_{22} denotan los símbolos transmitidos desde la antena 1 y la antena 2 sobre la segunda subportadora de OFDM.

En otro ejemplo, para el caso de la FSTD para dos antenas de transmisión 255, los símbolos transmitidos desde las dos antenas 255 y las dos subportadoras adyacentes se pueden presentar como:

$$\begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} \\ T_{21} & T_{22} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} S_1 & 0 \\ 0 & S_2 \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} S_1 & S_2 \\ S_1 & -S_2 \end{bmatrix},$$

15 donde T_{11} y T_{21} denotan los símbolos transmitidos desde la antena 1 y la antena 2 sobre la primera subportadora y T_{12} y T_{22} denotan los símbolos transmitidos desde la antena 1 y la antena 2 sobre la segunda subportadora.

En otro ejemplo, para el caso de la transmisión FSTD para cuatro antenas de transmisión 255, los símbolos transmitidos desde las cuatro antenas 255 sobre cuatro subportadoras se pueden presentar como:

$$\begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} & T_{13} & T_{14} \\ T_{21} & T_{22} & T_{23} & T_{24} \\ T_{31} & T_{32} & T_{33} & T_{34} \\ T_{41} & T_{42} & T_{43} & T_{44} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{4}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & e^{j\pi/2} & e^{j\pi} & e^{j3\pi/2} \\ 1 & e^{j\pi} & e^{j2\pi} & e^{j3\pi} \\ 1 & e^{j3\pi/2} & e^{j3\pi} & e^{j9\pi/2} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} S_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & S_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & S_4 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} & T_{13} & T_{14} \\ T_{21} & T_{22} & T_{23} & T_{24} \\ T_{31} & T_{32} & T_{33} & T_{34} \\ T_{41} & T_{42} & T_{43} & T_{44} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{4}} \begin{bmatrix} S_1 & S_2 & S_3 & S_4 \\ S_1 & S_2 \cdot e^{j(\pi/2)} & S_3 \cdot e^{j(\pi)} & S_4 \cdot e^{j(3\pi/2)} \\ S_1 & S_2 \cdot e^{j(\pi)} & S_3 \cdot e^{j(2\pi)} & S_4 \cdot e^{j(3\pi)} \\ S_1 & S_2 \cdot e^{j(3\pi/2)} & S_3 \cdot e^{j(3\pi)} & S_4 \cdot e^{j(9\pi/2)} \end{bmatrix}$$

20

Si suponemos que $\phi_2=2\phi_1$ y $\phi_3=3\phi_1$, la expresión anterior se puede simplificar de la siguiente manera:

$$\begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \\ T_4 \end{bmatrix} = C^T \times S = S_1 e^{j(3\phi_1 k/2)} \begin{bmatrix} \cos(\phi_1 k/2) \cos(\phi_1 k) \\ e^{j(3\pi/4)} \cos(\phi_1 k/2 + \pi/4) \cos(\phi_1 k + \pi/2) \\ e^{j(3\pi/2)} \cos(\phi_1 k/2 + \pi/2) \cos(\phi_1 k + \pi) \\ e^{j(9\pi/4)} \cos(\phi_1 k/2 + 3\pi/4) \cos(\phi_1 k + 3\pi/2) \end{bmatrix}$$

Por tanto, como se mostró con anterioridad con los casos de dos y cuatro antenas, la utilización de una matriz de precodificación compuesta produce un esquema que modula en amplitud las diferentes antenas 255 con señales ortogonales.

- 5 En otra realización, se puede emplear una combinación de SFBC y FSTD para el caso de cuatro antenas de transmisión 255, de la siguiente manera:

$$\begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} & T_{13} & T_{14} \\ T_{21} & T_{22} & T_{23} & T_{24} \\ T_{31} & T_{32} & T_{33} & T_{34} \\ T_{41} & T_{42} & T_{43} & T_{44} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{4}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & e^{j\pi/2} & e^{j\pi} & e^{j3\pi/2} \\ 1 & e^{j\pi} & e^{j2\pi} & e^{j3\pi} \\ 1 & e^{j3\pi/2} & e^{j3\pi} & e^{j9\pi/2} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* & 0 & 0 \\ S_2 & S_1^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & -S_4^* \\ 0 & 0 & S_4 & S_3^* \end{bmatrix}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{4}} \begin{bmatrix} S_1 + S_2 & -S_2^* + S_1^* & S_3 + S_4 & -S_4^* + S_3^* \\ S_1 + S_2 \cdot e^{j(\pi/2)} & -S_2^* + S_1^* \cdot e^{j(\pi/2)} & S_3 \cdot e^{j(\pi)} + S_4 \cdot e^{j(3\pi/2)} & -S_4^* \cdot e^{j(\pi)} + S_3^* \cdot e^{j(3\pi/2)} \\ S_1 + S_2 \cdot e^{j(\pi)} & -S_2^* + S_1^* \cdot e^{j(\pi)} & S_3 \cdot e^{j(2\pi)} + S_4 \cdot e^{j(3\pi)} & -S_4^* \cdot e^{j(2\pi)} + S_3^* \cdot e^{j(3\pi)} \\ S_1 + S_2 \cdot e^{j(3\pi/2)} & -S_2^* + S_1^* \cdot e^{j(3\pi/2)} & S_3 \cdot e^{j(3\pi)} + S_4 \cdot e^{j9\pi/2} & -S_4^* \cdot e^{j(3\pi)} + S_3^* \cdot e^{j9\pi/2} \end{bmatrix}$$

donde T_{ij} representa un símbolo transmitido a través de la antena i^{th} y la subportadora j^{th} ($i=1,2,3,4$ y $j=1,2,3,4$) para el caso de cuatro antenas de transmisión 255.

- 10 Además, se entenderá que la SFBC se puede combinar con la diversidad de retraso cíclico (CDD) o la diversidad con desplazamiento de fase para el caso de cuatro antenas de transmisión de la siguiente manera..

$$\begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} \\ T_{21} & T_{22} \\ T_{31} & T_{32} \\ T_{41} & T_{42} \end{bmatrix} = C^T \times S$$

$$= \frac{1}{\sqrt{4}} \begin{bmatrix} 1 & e^{j\phi_1 k} & e^{j\phi_2 k} & e^{j\phi_3 k} \\ 1 & e^{j(\pi/2+\phi_1 k)} & e^{j(\pi+\phi_2 k)} & e^{j(3\pi/2+\phi_3 k)} \\ 1 & e^{j(\pi+\phi_1 k)} & e^{j(2\pi+\phi_2 k)} & e^{j(3\pi+\phi_3 k)} \\ 1 & e^{j(3\pi/2+\phi_1 k)} & e^{j(3\pi+\phi_2 k)} & e^{j(9\pi/2+\phi_3 k)} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* \\ S_2 & S_1^* \\ S_1 & -S_2^* \\ S_2 & S_1^* \end{bmatrix}$$

donde T_{ij} representa un símbolo transmitido a través de la antena i^{th} y la subportadora j^{th} ($i=1,2,3,4$ y $j=1,2$) para el caso de cuatro antenas de transmisión 255 para los esquemas híbridos de SFBC y CDD.

- 15 Para el caso de la TSTD, los cuatro símbolos transmitidos en cuatro ranuras de tiempo desde las cuatro antenas de transmisión 255 sobre la misma subportadora se pueden presentar como:

$$\begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} & T_{13} & T_{14} \\ T_{21} & T_{22} & T_{23} & T_{24} \\ T_{31} & T_{32} & T_{33} & T_{34} \\ T_{41} & T_{42} & T_{43} & T_{44} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{4}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & e^{j\pi/2} & e^{j\pi} & e^{j3\pi/2} \\ 1 & e^{j\pi} & e^{j2\pi} & e^{j3\pi} \\ 1 & e^{j3\pi/2} & e^{j3\pi} & e^{j9\pi/2} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} S_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & S_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & S_4 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} & T_{13} & T_{14} \\ T_{21} & T_{22} & T_{23} & T_{24} \\ T_{31} & T_{32} & T_{33} & T_{34} \\ T_{41} & T_{42} & T_{43} & T_{44} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{4}} \begin{bmatrix} S_1 & S_2 & S_3 & S_4 \\ S_1 & S_2 \cdot e^{j(\pi/2)} & S_3 \cdot e^{j(\pi)} & S_4 \cdot e^{j(3\pi/2)} \\ S_1 & S_2 \cdot e^{j(\pi)} & S_3 \cdot e^{j(2\pi)} & S_4 \cdot e^{j(3\pi)} \\ S_1 & S_2 \cdot e^{j(3\pi/2)} & S_3 \cdot e^{j(3\pi)} & S_4 \cdot e^{j(9\pi/2)} \end{bmatrix}$$

donde T_{ij} representa un símbolo transmitido a través de la antena i^{th} y la ranura de tiempo j^{th} o el símbolo de OFDM ($i=1,2,3,4$ y $j=1,2,3,4$) para el caso de cuatro antenas de transmisión 255.

- 5 En una realización de la presente revelación, como se describió con anterioridad, se almacena una pluralidad de libros de códigos 270 en un generador de señal 265. Para una realización, las matrices de precodificación compuestas para cada libro de códigos 270 pueden estar basadas en una matriz con una diversidad de precodificación diferente. Por ejemplo, un primer libro de códigos, CB1, puede basarse en una matriz de precodificación de compartición de potencia sin ninguna precodificación de diversidad. Esto equivale a que todos los desplazamientos de fase en la matriz con una diversidad de precodificación sean ceros (es decir, la matriz con una diversidad de precodificación es una matriz diagonal con 1s sobre la diagonal y todos los otros elementos fijados en ceros). Se puede utilizar un parámetro de desplazamiento para generar una pluralidad de matrices de precodificación en base a una matriz de precodificación única de compartición de potencia. Un ejemplo de este libro de códigos 270 con cuatro matrices de precodificación para el caso de dos antenas de transmisión 255 se puede presentar de la siguiente manera:

$$CB1 = \begin{bmatrix} P_2^0 & P_2^1 & P_2^2 & P_2^3 \end{bmatrix}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2}} \left\{ \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\pi/4} & -e^{j\pi/4} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\pi/2} & e^{j3\pi/4} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j3\pi/4} & -e^{j3\pi/4} \end{bmatrix} \right\}$$

Se puede obtener otro libro de códigos, CB2, agregando precodificación de diversidad dentro de las matrices de precodificación compuesta. Un conjunto de matrices de precodificación compuestas para este libro de códigos 270 se puede obtener de la siguiente manera:

$$C_2^i = D_2 \times P_2^i = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\phi_k} \end{bmatrix} \times P_2^i.$$

- 20 El libro de códigos, CB2, que comprende múltiples matrices de precodificación compuestas se puede presentar de la siguiente forma:

$$CB2 = \begin{bmatrix} C_2^0 & C_2^1 & C_2^2 & C_2^3 \end{bmatrix}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2}} \left\{ \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\phi_k} & -e^{j\phi_k} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j(\pi/4+\phi_k)} & -e^{j(\pi/4+\phi_k)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j(\pi/2+\phi_k)} & e^{j(3\pi/4+\phi_k)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j(3\pi/4+\phi_k)} & -e^{j(3\pi/4+\phi_k)} \end{bmatrix} \right\}$$

- 25 Del mismo modo, otros libros de códigos 270 se pueden obtener utilizando diferentes desplazamientos de fase en la matriz con una diversidad de precodificación, D . Por ejemplo, para una realización determinada, se puede proporcionar un primer libro de códigos 270 sin retraso, tal como el libro de códigos, CB1, descrito con anterioridad, se puede proporcionar un segundo libro de códigos 270 con un retraso relativamente pequeño, y se puede proporcionar un tercer libro de códigos 270 con un retraso relativamente grande.

5 Para este ejemplo en particular, el selector de libro de códigos 275 puede seleccionar el segundo libro de códigos 270 que utiliza un valor menor para ϕ en la matriz con una diversidad de precodificación para un usuario de baja movilidad que requiera una programación selectiva de frecuencia multiusuario. Un ϕ menor producirá un desplazamiento de fase menor desde una subportadora hacia la siguiente para la transmisión desde múltiples antenas 255 que proporcionan desvanecimientos ascendentes y desvanecimientos descendentes sobre un grupo de subportadoras adecuadas para la programación selectiva de frecuencia multiusuario. También es posible seleccionar un desplazamiento de fase constante por un grupo de subportadoras. Un usuario con baja movilidad también puede seleccionar dinámicamente una matriz de precodificación compuesta desde el segundo libro de códigos 270 que produce una calidad de señal máxima porque la selección dinámica de una matriz de precodificación compuesta es bastante confiable a bajas velocidades.

15 Asimismo, para este ejemplo en particular, el selector de libro de códigos 275 puede seleccionar el tercer libro de códigos 270 que utiliza un valor mayor para ϕ en la matriz con una diversidad de precodificación para un usuario de alta movilidad que requiera una diversidad de transmisión. Un ϕ mayor producirá un desplazamiento de fase mayor desde una subportadora hacia la siguiente para la transmisión desde múltiples antenas 255 que proporcionan diversidad de frecuencia. Un usuario con alta movilidad también puede seleccionar una matriz de precodificación compuesta fija desde el tercer libro de códigos 270 porque la selección dinámica de la matriz de precodificación compuesta puede no ser beneficiosa debido a retrasos de realimentación de la indicación de selección de precodificador.

20 La FIGURA 3 ilustra detalles de una porción del generador de señal 265 cuando está utilizando multiplexación espacial total de acuerdo con una realización de la presente revelación. Como se utiliza en este documento, "multiplexación espacial total" hace referencia a la situación en la cual el generador de señal 265 está generando señales en base a un número especificado de flujos de datos que es igual al número de antenas de transmisión en el conjunto de antenas 255.

25 Para la realización ilustrada, el generador de señal 265 comprende un precodificador 285 que puede operarse para recibir cuatro flujos de datos 310 (S_1 , S_2 , S_3 y S_4) desde cuatro antenas virtuales 305 (VA1, VA2, VA3 y VA4). Además, un conjunto de antenas 255 comprende cuatro antenas. Sin embargo, se entenderá que el generador de señal 265 puede comprender cualquier otro número adecuado de antenas virtuales 305, cada una de las cuales se puede operar para proporcionar un flujo de datos 310, en base al número de antenas en un conjunto de antenas 255.

30 El precodificador 285 puede operarse para recibir una matriz de precodificación compuesta 315 desde el selector de precodificador 280. El precodificador 285 puede operarse para aplicar la matriz de precodificación compuesta 315 a cada uno de los flujos de datos 310 recibidos desde una antena virtual creada 305 a fin de generar cuatro señales precodificadas 320 (T_1 , T_2 , T_3 y T_4). El bloque de IFFT 290 puede operarse para realizar una transformada rápida de Fourier inversa sobre cada una de las señales precodificadas 320 para generar una señal precodificada transformada 330 para la transmisión a través de una antena física correspondiente en el conjunto de antenas 255.

En un ejemplo del caso de multiplexación espacial de cuatro flujos de datos en un sistema de 4x4, la matriz columna del símbolo, S , se multiplica por la matriz de precodificación compuesta, C , para dar un vector columna, T , de símbolos que se transmitirán desde las antenas físicas 255, de la siguiente manera:

$$\begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \\ T_4 \end{bmatrix} = C \times S = \frac{1}{\sqrt{4}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j\phi_1 k} & e^{j(\pi/2+\phi_1 k)} & e^{j(\pi+\phi_1 k)} & e^{j(3\pi/2+\phi_1 k)} \\ e^{j\phi_2 k} & e^{j(\pi+\phi_2 k)} & e^{j(2\pi+\phi_2 k)} & e^{j(3\pi+\phi_2 k)} \\ e^{j\phi_3 k} & e^{j(3\pi/2+\phi_3 k)} & e^{j(3\pi+\phi_3 k)} & e^{j(9\pi/2+\phi_3 k)} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ S_4 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \\ T_4 \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{4}} \begin{bmatrix} S_1 + S_2 + S_3 + S_4 \\ S_1 \cdot e^{j\phi_1 k} + S_2 \cdot e^{j(\pi/2+\phi_1 k)} + S_3 \cdot e^{j(\pi+\phi_1 k)} + S_4 \cdot e^{j(3\pi/2+\phi_1 k)} \\ S_1 \cdot e^{j\phi_2 k} + S_2 \cdot e^{j(\pi+\phi_2 k)} + S_3 \cdot e^{j(2\pi+\phi_2 k)} + S_4 \cdot e^{j(3\pi+\phi_2 k)} \\ S_1 \cdot e^{j\phi_3 k} + S_2 \cdot e^{j(3\pi/2+\phi_3 k)} + S_3 \cdot e^{j(3\pi+\phi_3 k)} + S_4 \cdot e^{j(9\pi/2+\phi_3 k)} \end{bmatrix}$$

40 La FIGURA 4 ilustra detalles de una porción del generador de señal 265 cuando está utilizando diversidad de transmisión de acuerdo con una realización de la presente revelación. Para un ejemplo de una transmisión de

diversidad de transmisión para el caso de cuatro antenas de transmisión 255 y cualquier número de antenas de recepción, la matriz columna del símbolo, S , que comprende el mismo símbolo se multiplica por la transposición de la matriz de precodificación compuesta, C , para dar un vector columna, T , de símbolos transmitidos desde las cuatro antenas físicas 255, del siguiente modo:

5

$$\begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \\ T_4 \end{bmatrix} = C^T \times S = \frac{1}{\sqrt{4}} \begin{bmatrix} 1 & e^{j\phi_1 k} & e^{j\phi_2 k} & e^{j\phi_3 k} \\ 1 & e^{j(\pi/2+\phi_1 k)} & e^{j(\pi+\phi_2 k)} & e^{j(3\pi/2+\phi_3 k)} \\ 1 & e^{j(\pi+\phi_1 k)} & e^{j(2\pi+\phi_2 k)} & e^{j(3\pi+\phi_3 k)} \\ 1 & e^{j(3\pi/2+\phi_1 k)} & e^{j(3\pi+\phi_2 k)} & e^{j(9\pi/2+\phi_3 k)} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} S_1 \\ S_1 \\ S_1 \\ S_1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \\ T_4 \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{4}} \begin{bmatrix} S_1(1 + e^{j\phi_1 k} + e^{j\phi_2 k} + e^{j\phi_3 k}) \\ S_1(1 + e^{j(\pi/2+\phi_1 k)} + e^{j(\pi+\phi_2 k)} + e^{j(3\pi/2+\phi_3 k)}) \\ S_1(1 + e^{j(\pi+\phi_1 k)} + e^{j(2\pi+\phi_2 k)} + e^{j(3\pi+\phi_3 k)}) \\ S_1(1 + e^{j(3\pi/2+\phi_1 k)} + e^{j(3\pi+\phi_2 k)} + e^{j(9\pi/2+\phi_3 k)}) \end{bmatrix}$$

10

Las FIGURAS 5A-D ilustran detalles de una porción del generador de señal 265 cuando está utilizando multiplexación espacial parcial de acuerdo con algunas realizaciones de la presente revelación. Como se utiliza en este documento, "multiplexación espacial parcial" hace referencia a la situación en la cual el generador de señal 265 está generando señales en base a un número específico de flujos de datos que es mayor a uno pero menor que el número de antenas de transmisión en el conjunto de antenas 255. Se entenderá que las realizaciones ilustradas en las FIGURAS 5A-D son ejemplos con fines explicativos y que es posible implementar otras realizaciones adecuadas.

15

Como se muestra en la FIGURA 5A, para el caso de una multiplexación espacial de dos flujos de datos 310, por ejemplo, en un sistema de 4x4 ó 4x2, el vector columna del símbolo, S , se puede generar mediante la repetición de dos símbolos de flujo S_1 y S_2 como a continuación.

$$S^T = [S_1 \quad S_1 \quad S_2 \quad S_2].$$

El vector símbolo se multiplica por la matriz de precodificación compuesta, C , para dar un vector columna, T , de símbolos que se transmitirán desde las antenas físicas 255, del siguiente modo:

$$\begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \\ T_4 \end{bmatrix} = C \times S = \frac{1}{\sqrt{4}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j\phi_1 k} & e^{j(\pi/2+\phi_1 k)} & e^{j(\pi+\phi_1 k)} & e^{j(3\pi/2+\phi_1 k)} \\ e^{j\phi_2 k} & e^{j(\pi/2+\phi_2 k)} & e^{j(\pi+\phi_2 k)} & e^{j(3\pi/2+\phi_2 k)} \\ e^{j\phi_3 k} & e^{j(3\pi/2+\phi_3 k)} & e^{j(3\pi+\phi_3 k)} & e^{j(9\pi/2+\phi_3 k)} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} S_1 \\ S_1 \\ S_2 \\ S_2 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \\ T_4 \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{4}} \begin{bmatrix} 2S_1 + 2S_2 \\ S_1 \cdot e^{j\phi_1 k} + S_1 \cdot e^{j(\pi/2+\phi_1 k)} + S_2 \cdot e^{j(\pi+\phi_1 k)} + S_2 \cdot e^{j(3\pi/2+\phi_1 k)} \\ S_1 \cdot e^{j\phi_2 k} + S_1 \cdot e^{j(\pi/2+\phi_2 k)} + S_2 \cdot e^{j(\pi+\phi_2 k)} + S_2 \cdot e^{j(3\pi/2+\phi_2 k)} \\ S_1 \cdot e^{j\phi_3 k} + S_1 \cdot e^{j(3\pi/2+\phi_3 k)} + S_2 \cdot e^{j(3\pi+\phi_3 k)} + S_2 \cdot e^{j(9\pi/2+\phi_3 k)} \end{bmatrix}$$

20

Como se muestra en la FIGURA 5B, para el caso de la multiplexación espacial de dos flujos de datos 310, por ejemplo, en un sistema de 4x4 ó 4x2, la información se transmite a través de dos antenas virtuales 305. Las antenas virtuales 305 se pueden seleccionar en base a la información de calidad del canal de antena virtual. Por ejemplo,

cuando dos flujos de datos 310 se transmiten a través de las primeras y terceras antenas virtuales 305, el vector símbolo se puede escribir del siguiente modo:

$$S^T = [S_1 \quad 0 \quad S_2 \quad 0].$$

5 El vector símbolo se multiplica por la matriz de precodificación compuesta de 4x4, C, para generar un vector columna, T, de símbolos que se transmitirán desde las antenas físicas 255, del siguiente modo:

$$\begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \\ T_4 \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{4}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j\phi_1 k} & e^{j(\pi/2+\phi_1 k)} & e^{j(\pi+\phi_1 k)} & e^{j(3\pi/2+\phi_1 k)} \\ e^{j\phi_2 k} & e^{j(\pi+\phi_2 k)} & e^{j(2\pi+\phi_2 k)} & e^{j(3\pi+\phi_2 k)} \\ e^{j\phi_3 k} & e^{j(3\pi/2+\phi_3 k)} & e^{j(3\pi+\phi_3 k)} & e^{j(9\pi/2+\phi_3 k)} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} S_1 \\ 0 \\ S_2 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \\ T_4 \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{4}} \begin{bmatrix} S_1 + S_2 \\ S_1 \cdot e^{j\phi_1 k} + S_2 \cdot e^{j(\pi+\phi_1 k)} \\ S_1 \cdot e^{j\phi_2 k} + S_2 \cdot e^{j(2\pi+\phi_2 k)} \\ S_1 \cdot e^{j\phi_3 k} + S_2 \cdot e^{j(3\pi+\phi_3 k)} \end{bmatrix}$$

10 Como se muestra en la FIGURA 5C, para el caso de la multiplexación espacial de tres flujos de datos 310, por ejemplo, en un sistema de 4x4 ó 4x3, la información se transmite a través de tres antenas virtuales 305. Las antenas virtuales 305 se pueden seleccionar en base a la información de calidad del canal de antena virtual. Por ejemplo, cuando tres flujos de datos 310 se transmiten a través de las primeras, terceras y cuartas antenas virtuales 305, el vector símbolo se puede escribir del siguiente modo:

$$S^T = [S_1 \quad 0 \quad S_2 \quad S_3].$$

15 El vector símbolo se multiplica por la matriz de precodificación compuesta de 4x4, C, para generar un vector columna, T, de símbolos que se transmitirán desde las antenas físicas 255, del siguiente modo:

$$\begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \\ T_4 \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{4}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j\phi_1 k} & e^{j(\pi/2+\phi_1 k)} & e^{j(\pi+\phi_1 k)} & e^{j(3\pi/2+\phi_1 k)} \\ e^{j\phi_2 k} & e^{j(\pi+\phi_2 k)} & e^{j(2\pi+\phi_2 k)} & e^{j(3\pi+\phi_2 k)} \\ e^{j\phi_3 k} & e^{j(3\pi/2+\phi_3 k)} & e^{j(3\pi+\phi_3 k)} & e^{j(9\pi/2+\phi_3 k)} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} S_1 \\ 0 \\ S_2 \\ S_3 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \\ T_4 \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{4}} \begin{bmatrix} S_1 + S_2 + S_3 \\ S_1 \cdot e^{j\phi_1 k} + S_2 \cdot e^{j(\pi+\phi_1 k)} + S_3 \cdot e^{j(3\pi/2+\phi_1 k)} \\ S_1 \cdot e^{j\phi_2 k} + S_2 \cdot e^{j(2\pi+\phi_2 k)} + S_3 \cdot e^{j(3\pi+\phi_2 k)} \\ S_1 \cdot e^{j\phi_3 k} + S_2 \cdot e^{j(3\pi+\phi_3 k)} + S_3 \cdot e^{j(9\pi/2+\phi_3 k)} \end{bmatrix}$$

20 Como se muestra en la FIGURA 5D, pueden transmitirse tres flujos de datos 310 a través de cuatro antenas virtuales 305. El vector columna del símbolo, S, se genera mediante la repetición de los primeros símbolos de flujo y la no repetición de los segundos y terceros símbolos de flujo, del siguiente modo:

$$S^T = [S_1 \quad S_1 \quad S_2 \quad S_3]$$

En esta configuración, el primer flujo de datos 310 también se beneficia de la diversidad de transmisión adicional. El vector símbolo se multiplica por la matriz de precodificación compuesta, C, para dar un vector columna, T, de símbolos que se transmitirán desde las antenas físicas 255, del siguiente modo:

$$\begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \\ T_4 \end{bmatrix} = C \times S = \frac{1}{\sqrt{4}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j\phi_1 k} & e^{j(\pi/2+\phi_1 k)} & e^{j(\pi+\phi_1 k)} & e^{j(3\pi/2+\phi_1 k)} \\ e^{j\phi_2 k} & e^{j(\pi+\phi_2 k)} & e^{j(2\pi+\phi_2 k)} & e^{j(3\pi+\phi_2 k)} \\ e^{j\phi_3 k} & e^{j(3\pi/2+\phi_3 k)} & e^{j(3\pi+\phi_3 k)} & e^{j(9\pi/2+\phi_3 k)} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} S_1 \\ S_1 \\ S_2 \\ S_3 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \\ T_4 \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{4}} \begin{bmatrix} 2S_1 + S_2 + S_3 \\ S_1 \cdot e^{j\phi_1 k} + S_1 \cdot e^{j(\pi/2+\phi_1 k)} + S_2 \cdot e^{j(\pi+\phi_1 k)} + S_3 \cdot e^{j(3\pi/2+\phi_1 k)} \\ S_1 \cdot e^{j\phi_2 k} + S_1 \cdot e^{j(\pi+\phi_2 k)} + S_2 \cdot e^{j(2\pi+\phi_2 k)} + S_3 \cdot e^{j(3\pi+\phi_2 k)} \\ S_1 \cdot e^{j\phi_3 k} + S_1 \cdot e^{j(3\pi/2+\phi_3 k)} + S_2 \cdot e^{j(3\pi+\phi_3 k)} + S_3 \cdot e^{j(9\pi/2+\phi_3 k)} \end{bmatrix}$$

Las FIGURAS 6A-B ilustran estructuras de precodificación de vector símbolo 600, 650 para la utilización mediante el generador de señal 265 cuando está utilizando multiplexación espacial de acuerdo con dos realizaciones de la presente revelación.

10 Para la realización que se muestra en la FIGURA 6A, la estructura de precodificación de vector símbolo 600 puede corresponder a un intervalo de tiempo de transmisión (TTI) o un bloque de recursos de frecuencia. La realización ilustrada incluye seis símbolos de OFDM 605a-f; sin embargo, se entenderá que cada TTI o bloque de recursos de frecuencia puede comprender cualquier número adecuado de símbolos de OFDM 605.

15 Para la realización en la cual la estructura de precodificación de vector de símbolo 600 corresponde a un TTI, se hacen saltar los símbolos de OFDM 605 asignados a las antenas virtuales 305 durante el TTI como se muestra. Del mismo modo, para la realización en la cual la estructura de precodificación de vector símbolo 600 corresponde a un bloque de recursos de frecuencia, se hace saltar los símbolos de OFDM 605 asignados a las antenas virtuales 305 desde subportadora a subportadora sobre el bloque de recursos de frecuencia asignado para la transmisión.

20 En la realización ilustrada, se repite el símbolo para el flujo 1 (S_1) en los primeros y cuartos símbolos de OFDM 605a y 605d, se repite el símbolo para el flujo 2 (S_2) en los segundos y quintos símbolos de OFDM 605b y 605e, y se repite el símbolo para el flujo 3 (S_3) en los terceros y sextos símbolos de OFDM 605c y 605f. Por lo tanto, se permite que cada uno de los flujos experimente la diversidad de transmisión adicional mientras que se proporciona también la multiplexación espacial.

25 Para la realización que se muestra en la FIGURA 6B, la estructura de precodificación de vector símbolo 650 puede corresponder a un TTI o un bloque de recursos de frecuencia. La realización ilustrada incluye seis símbolos de OFDM 655a-f; sin embargo, se entenderá que cada TTI o bloque de recursos de frecuencia puede comprender cualquier número adecuado de símbolos de OFDM 655.

30 En la realización ilustrada, se transmiten tres flujos de datos 310 a través de tres antenas virtuales 305. Para la realización en la cual la estructura de precodificación de vector símbolo 650 corresponde a un TTI, las antenas virtuales 305 utilizadas para la transmisión cambio de símbolo de OFDM 655 a símbolo de OFDM 655. Del mismo modo, para la realización en la cual la estructura de precodificación de vector símbolo 650 corresponde a un bloque de recursos de frecuencia, las antenas virtuales 305 utilizadas para la transmisión cambian desde subportadora de OFDM a subportadora.

35 Para el ejemplo ilustrado, las antenas virtuales 2, 3 y 4 se utilizan para el flujo 1 (S_1), el flujo 2 (S_2) y el flujo 3 (S_3), respectivamente, en los primeros y quintos símbolos de OFDM 655a y 655e. En los segundos y sextos símbolos de OFDM 655b y 655f, las antenas virtuales 1, 3 y 4 se utilizan para el flujo 1, el flujo 2 y el flujo 3, respectivamente. En el tercer símbolo de OFDM 655c, las antenas virtuales 1, 2 y 4 se utilizan para el flujo 1, el flujo 2 y el flujo 3, respectivamente. En el cuarto símbolo de OFDM 655d, las antenas virtuales 1, 2 y 3 se utilizan para el flujo 1, el flujo 2 y el flujo 3, respectivamente.

La FIGURA 7 es un diagrama de flujo que ilustra un método 700 para la realización de precodificación utilizando el generador de señal 265 de acuerdo con una realización de la presente revelación. Inicialmente, la estación base 102 recibe una solicitud para una sesión de comunicaciones desde una estación subscriptora, tal como la estación subscriptora 111 (paso 705 del proceso).

5 El selector de libro de códigos 275 selecciona un libro de códigos 270 para la sesión de comunicaciones en base a la realimentación recibida desde la estación subscriptora 111 (paso 710 del proceso). El selector de precodificador 280 selecciona una matriz de precodificación compuesta 315 desde el libro de códigos seleccionado 270 en base a la realimentación desde la estación subscriptora 111 (paso 715 del proceso).

10 Si la multiplexación espacial está siendo usada por la estación base 102 (paso 720 del proceso), el precodificador 285 precodifica cada flujo de datos 310 recibido desde una antena virtual 305 mediante la aplicación de la matriz de precodificación compuesta seleccionada 315 para generar señales precodificadas 320 (paso 725 del proceso). Sin embargo, si la diversidad de transmisión está siendo usada por la estación base 102 (paso 720 del proceso), el precodificador 285 precodifica cada flujo de datos 310 recibido desde una antena virtual 305 mediante la aplicación de la transposición de la matriz de precodificación compuesta seleccionada 315 para generar señales precodificadas 320 (paso 730 del proceso).

15 El bloque de IFFT 290 realiza una operación de IFFT sobre las señales precodificadas 320 para generar un señal precodificada transformada 330 para cada señal precodificada 320 (paso 735 del proceso). Cada señal precodificada transformada 330 se transmite a través de una antena física correspondiente en el conjunto de antenas 255 (paso 740 del proceso).

20 Si la sesión de comunicaciones no ha terminado (paso 745 del proceso), el selector de precodificador 280 puede seleccionar la misma u otra matriz de precodificación 315 en base a la realimentación adicional desde la estación subscriptora 111 (paso 715 del proceso), y el método continúa como antes. Sin embargo, una vez que la sesión de comunicaciones ha terminado (paso 745 del proceso), el método llega a su fin.

25 De esta forma, la precodificación puede realizarse si se utiliza la multiplexación espacial o la diversidad de transmisión en la red inalámbrica 100. Además, puede proporcionarse precodificación mejorada mediante la selección de un libro de códigos 270 para cada sesión de comunicaciones que se hace a medida para esa sesión de comunicaciones. Por ejemplo, un usuario con baja movilidad puede tener matrices de precodificación compuestas 315 seleccionadas desde un libro de códigos, mientras que un usuario con alta movilidad puede tener matrices de precodificación compuestas 315 seleccionadas de otro libro de códigos.

30 Aunque la presente revelación se ha descrito con una realización a modo de ejemplo, pueden sugerirse diversos cambios y modificaciones a un experto en el arte. Está previsto que la presente revelación abarque tales cambios y modificaciones comprendidos dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una estación base (102) capaz de realizar precodificaciones en un sistema de comunicaciones inalámbricas (100), que comprende:
- 5 una pluralidad de libros de códigos (270), cada libro de códigos comprende una pluralidad de matrices de precodificación compuestas generadas en base a una matriz con una diversidad de precodificación correspondiente y una matriz de precodificación de compartición de potencia; y un selector de libro de códigos (275) que puede operarse para seleccionar uno de los libros de códigos (270) para su utilización en una sesión de comunicaciones con una estación subscriptora (111).
- 10 2. La estación base (102) según la reivindicación 1, que además comprende un selector de precodificador (280) que puede operarse para seleccionar una de las matrices de precodificación del libro de códigos seleccionado para su utilización en la comunicación con la estación subscriptora (111).
3. La estación base (102) según la reivindicación 2, que además comprende un precodificador (285) que puede operarse para precodificar una pluralidad de flujos de datos (310) en base a una matriz de precodificación compuesta seleccionada (315).
- 15 4. La estación base (102) según la reivindicación 3, donde el precodificador (285) además puede operarse para precodificar un flujo de datos único en base a una transposición de la matriz de precodificación compuesta seleccionada (315).
5. La estación base (102) según la reivindicación 2, donde el selector de precodificador (280) además puede operarse para seleccionar una de las matrices de precodificación compuestas del libro de códigos seleccionado para su utilización en la comunicación con la estación subscriptora (111) para cada intervalo de tiempo de transmisión.
- 20 6. La estación base (102) según la reivindicación 1, donde la matriz con una diversidad de precodificación comprende una matriz con una diversidad de precodificación de retraso cíclico.
7. La estación base (102) según la reivindicación 1, donde las matrices de precodificación compuestas han sido además generadas en base a una matriz de precodificación de compartición de potencia correspondiente, donde la matriz de precodificación de compartición de potencia comprende una matriz de precodificación en base a la transformada de Fourier.
- 25 8. La estación base (102) según la reivindicación 1, donde la pluralidad de libros de códigos (270) comprende un primer libro de códigos y un segundo libro de códigos, donde la matriz con una diversidad de precodificación corresponde al primer libro de códigos que no proporciona desplazamiento de fase, y la matriz con una diversidad de precodificación corresponde al segundo libro de códigos que proporciona un desplazamiento de fase.
- 30 9. Un método (700) para la realización de precodificaciones en un sistema de comunicaciones inalámbricas, que comprende:
- 35 el almacenamiento de una pluralidad de libros de códigos (270), donde cada libro de códigos comprende una pluralidad de matrices de precodificación compuestas generadas en base a una matriz con una diversidad de precodificación correspondiente y a una matriz de precodificación de compartición de potencia; y la selección (710) de uno de los libros de códigos (270) para su utilización en una sesión de comunicaciones con una estación subscriptora (111).
10. El método (700) según la reivindicación 9, que además comprende la selección (715) de una de las matrices de precodificación compuestas del libro de códigos (270) seleccionado, para su utilización en la comunicación con la estación subscriptora (111).
- 40 11. El método (700) según la reivindicación 10, que además comprende la precodificación (725, 730) de una pluralidad de flujos de datos (310) en base a una matriz de precodificación compuesta seleccionada (315).
12. El método (700) según la reivindicación 11, que además comprende la precodificación (725, 730) de un flujo de datos único (310) en base a una transposición de la matriz de precodificación compuesta seleccionada (315).
- 45 13. El método (700) según la reivindicación 9, que además comprende la selección de una de las matrices de precodificación compuestas del libro de códigos (270) seleccionado, para su utilización en la comunicación con la estación subscriptora (111) para cada intervalo de tiempo de transmisión.

14. El método (700) según la reivindicación 9, la matriz con una diversidad de precodificación comprende una matriz con una diversidad de precodificación de retraso cíclico.

5 15. El método (700) según la reivindicación 9, donde las matrices de precodificación compuestas han sido además generadas en base a una matriz de precodificación de compartición de potencia correspondiente, donde la matriz de precodificación de compartición de potencia comprende una matriz de precodificación en base a una transformada de Fourier.

10 16. El método (700) según la reivindicación 9, donde la pluralidad de libros de códigos (270) comprende un primer libro de códigos y un segundo libro de códigos, donde la matriz con una diversidad de precodificación corresponde al primer libro de códigos que no proporciona desplazamiento de fase, y donde la matriz con una diversidad de precodificación corresponde al segundo libro de códigos que proporciona desplazamiento de fase.

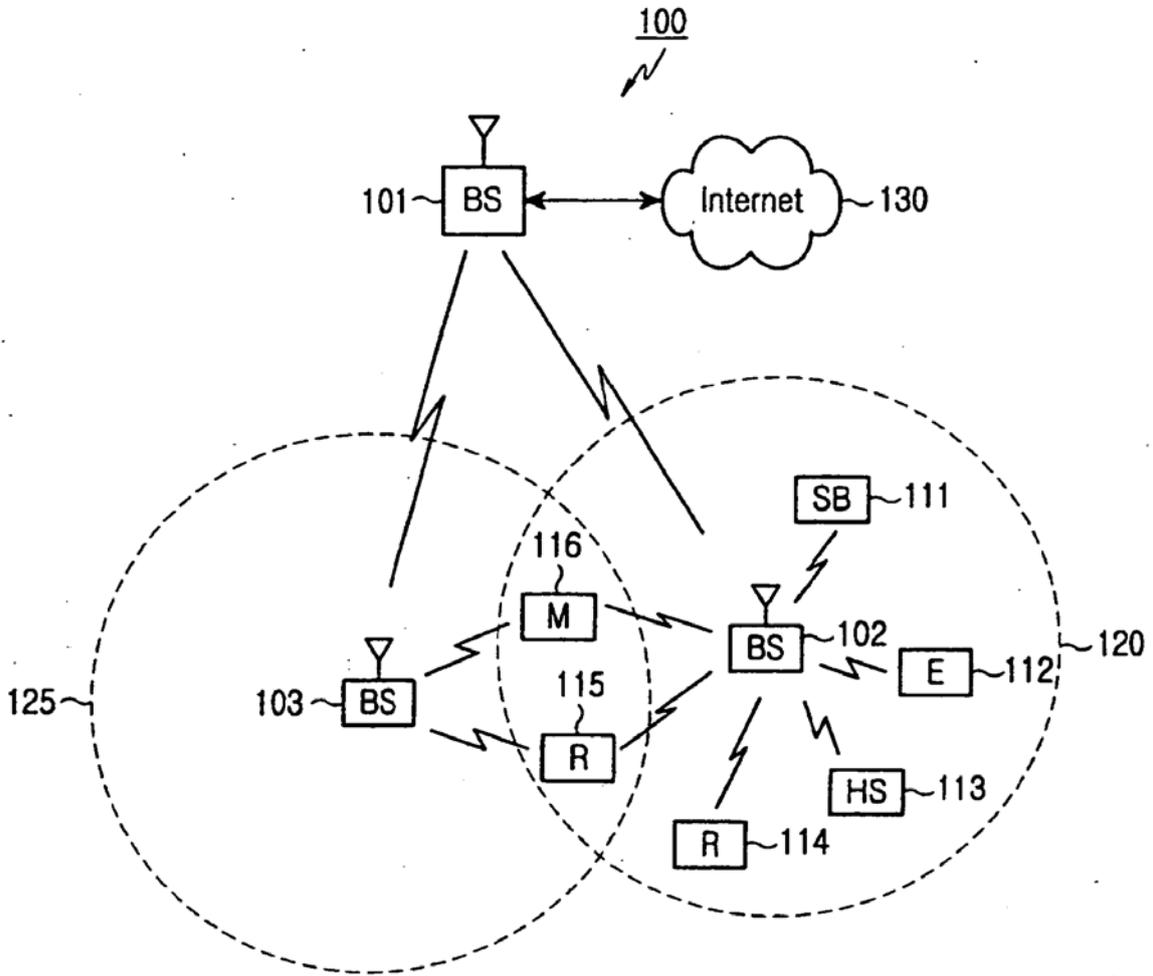


FIG.1

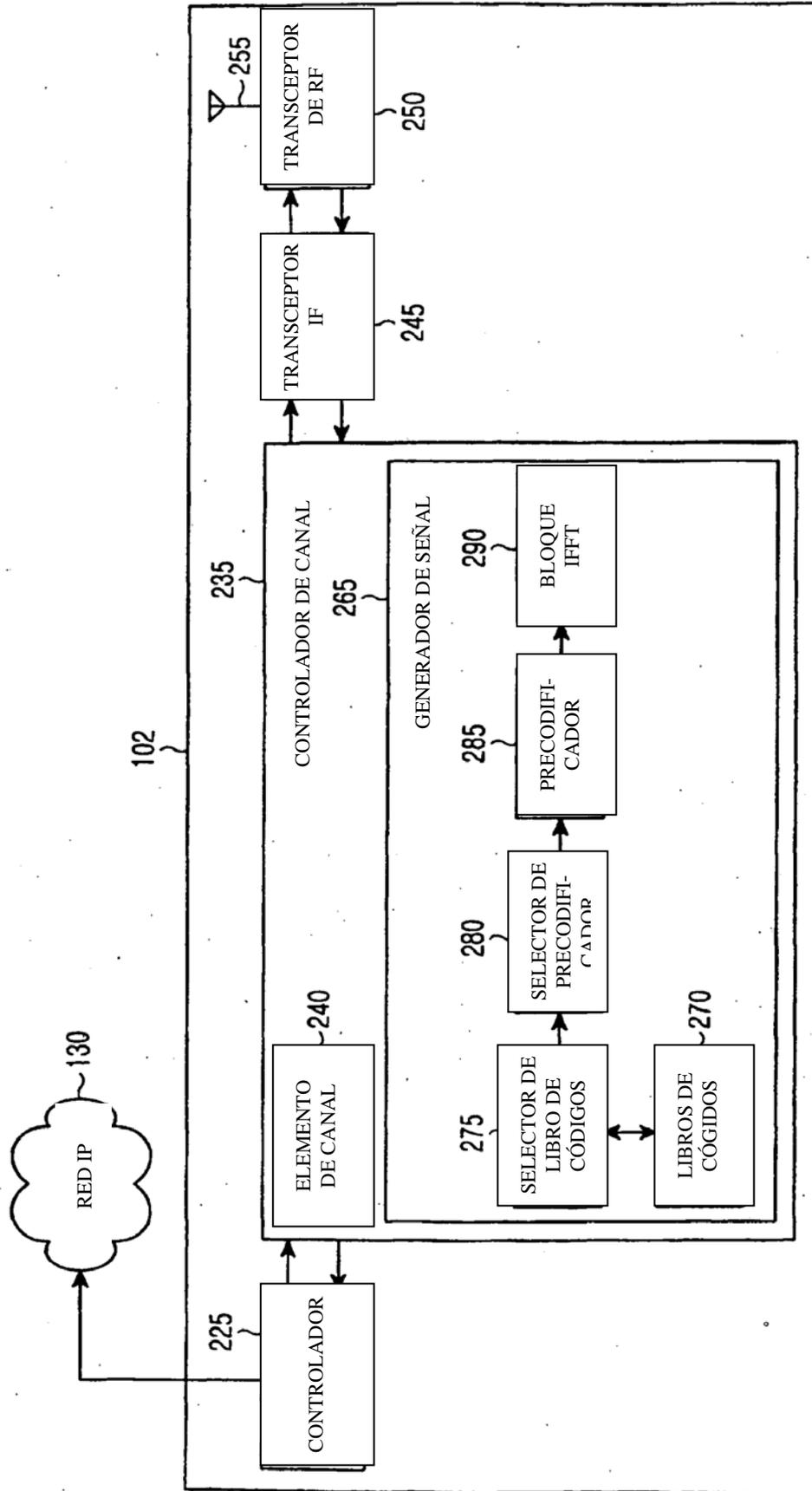


FIG.2

265

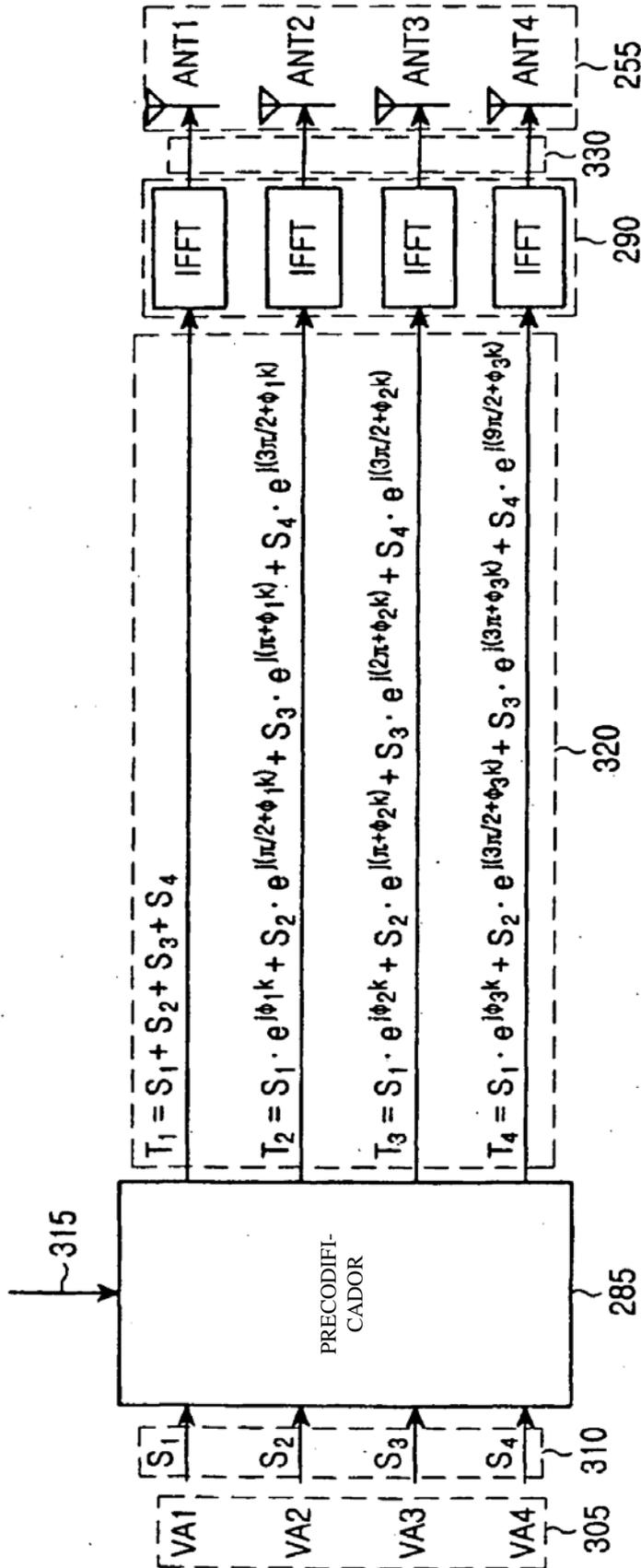


FIG.3

265
N

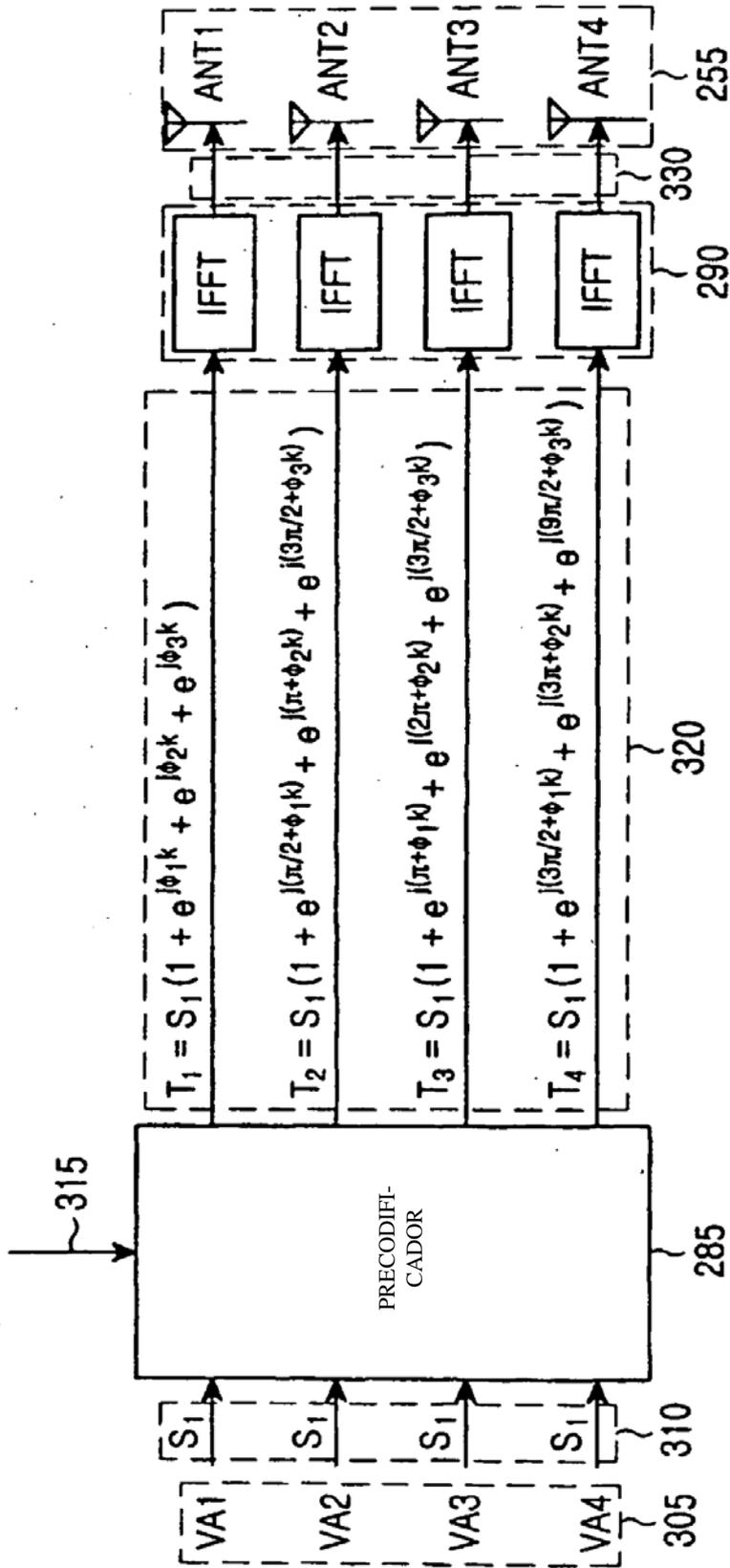


FIG.4

265
N

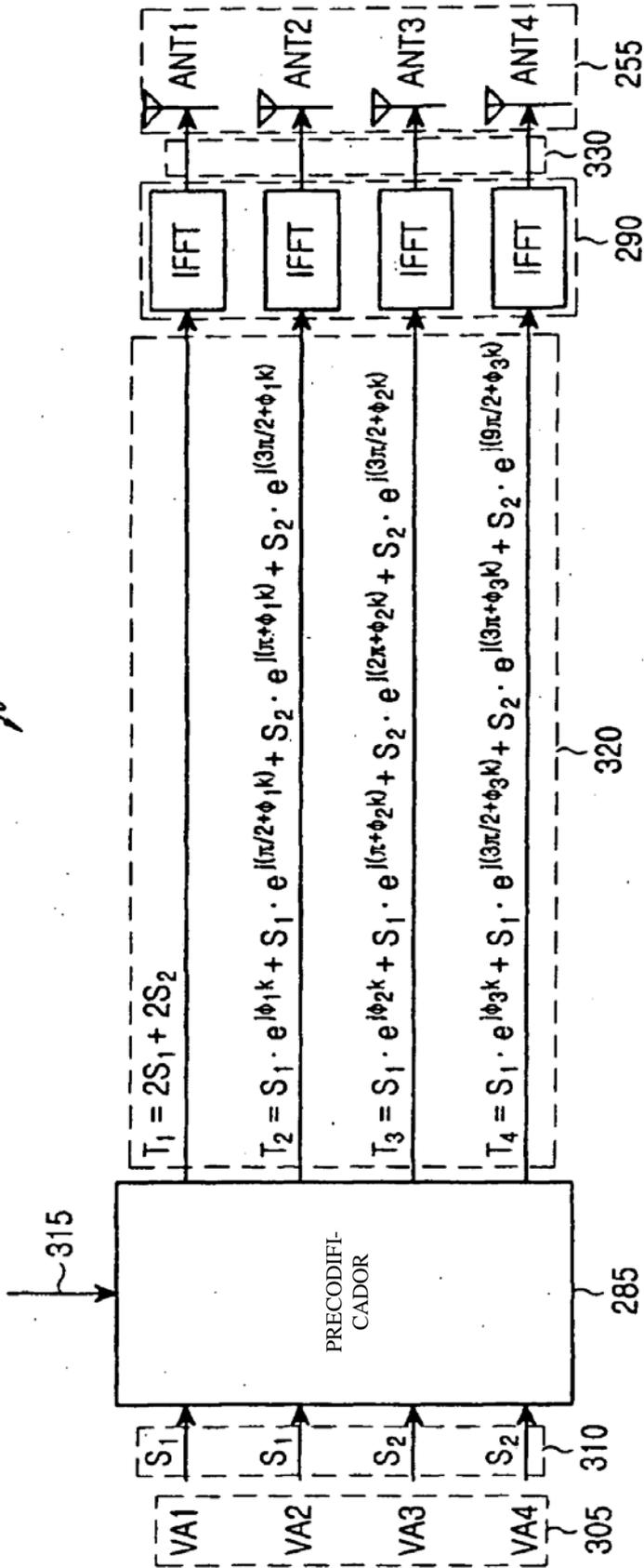


FIG.5A

265 ↗

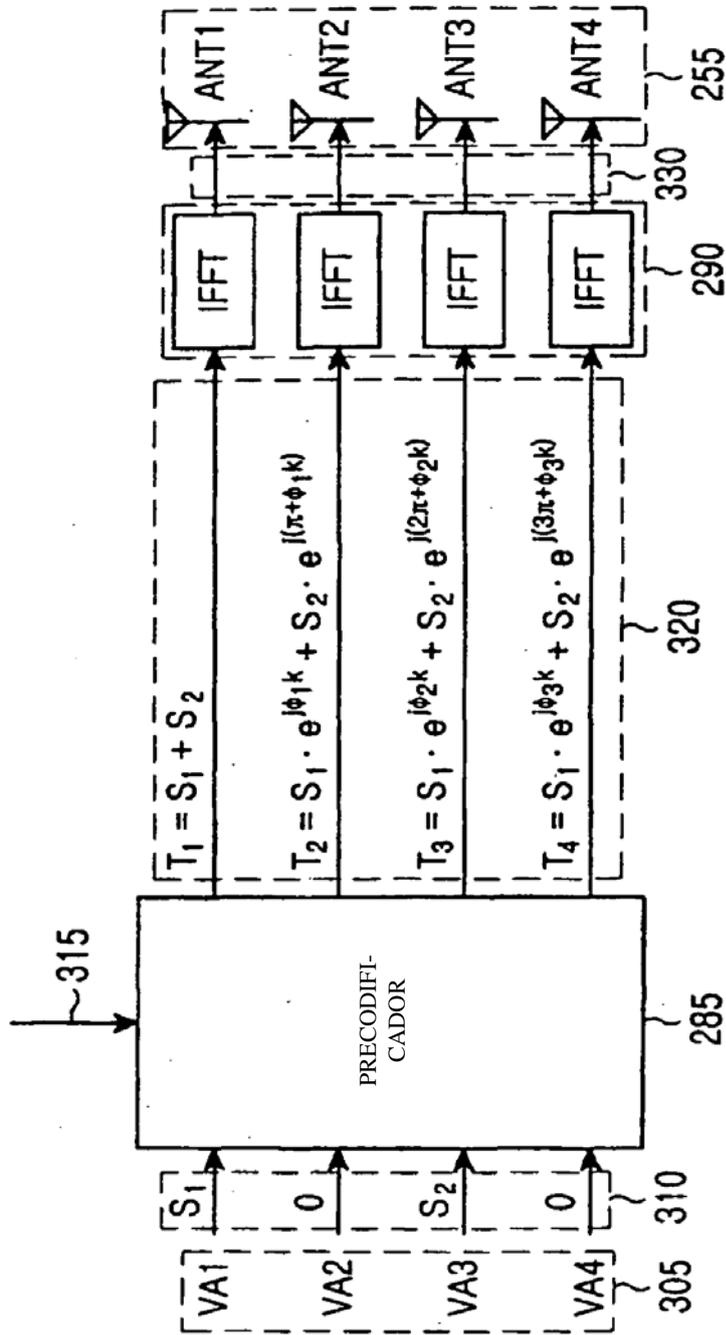


FIG. 5B

265

N

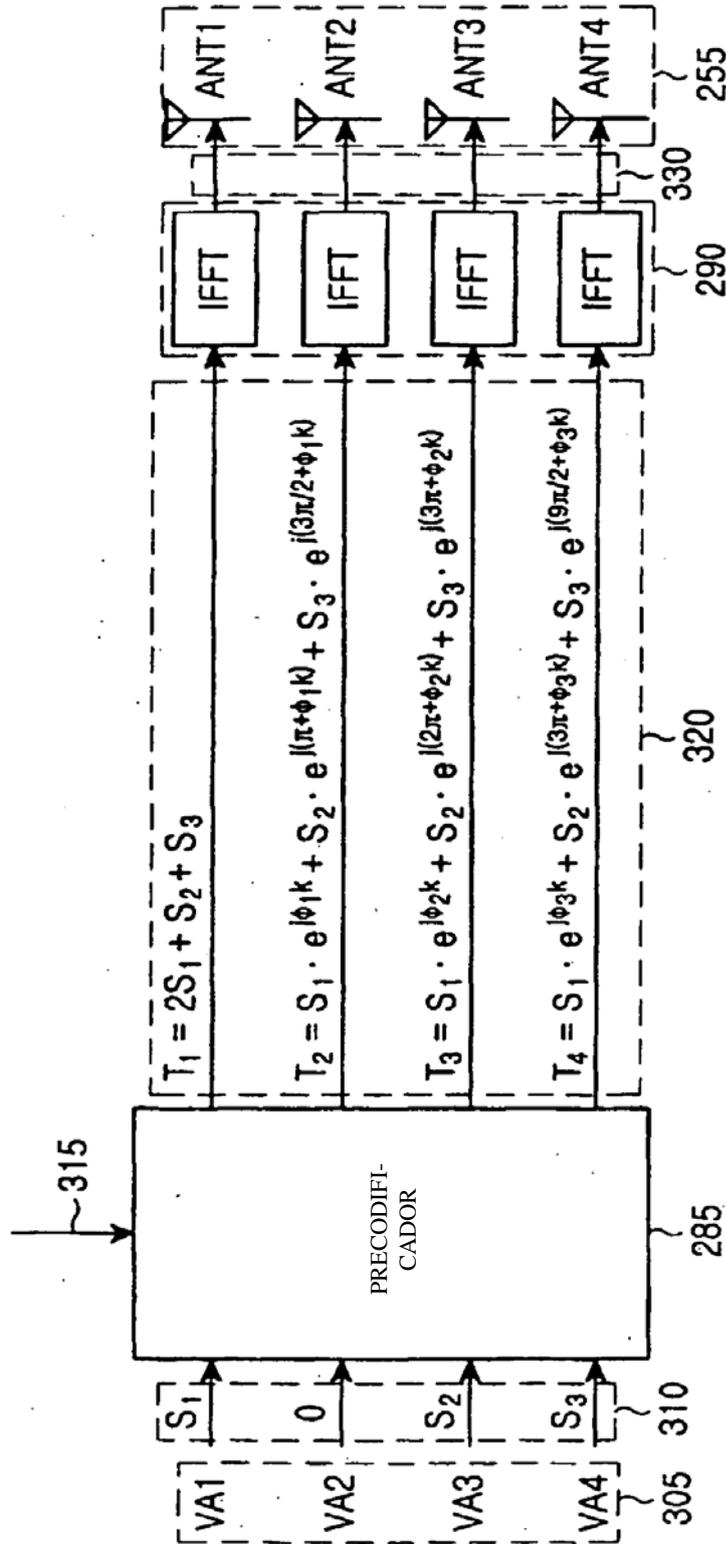


FIG.5C

265

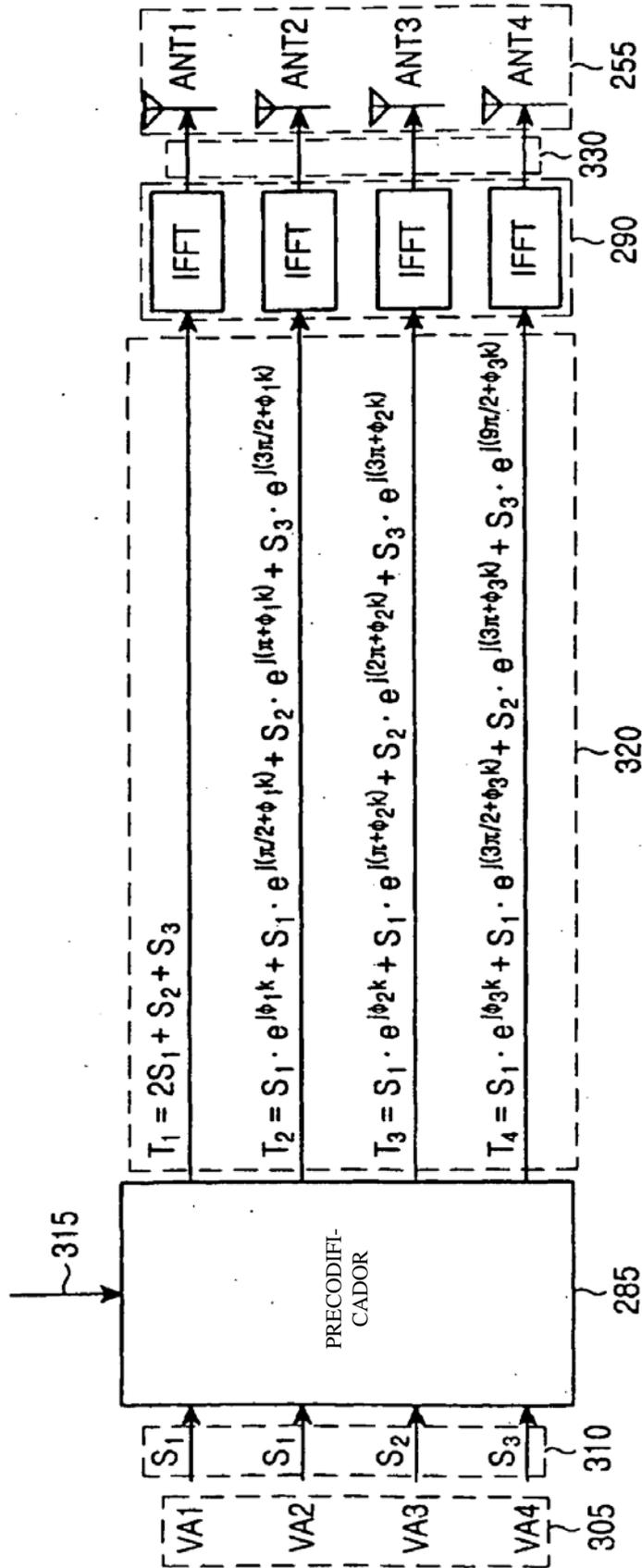


FIG. 5D

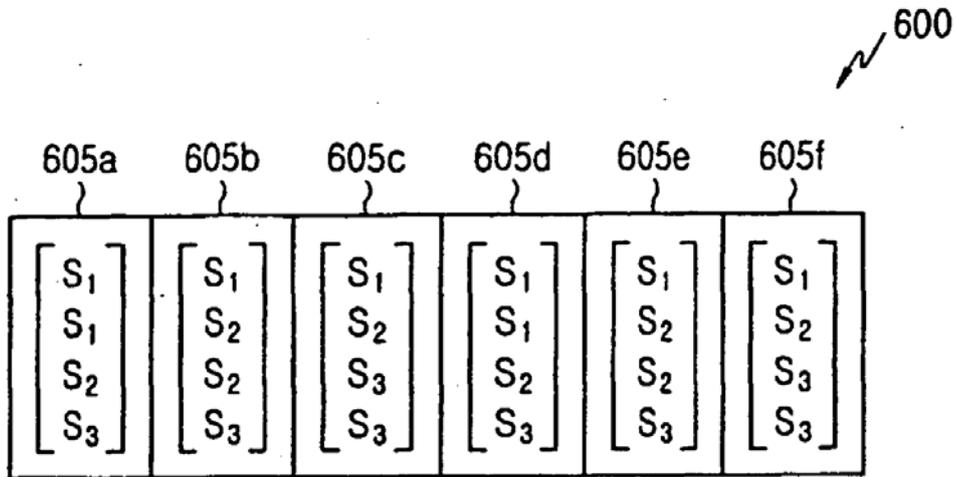


FIG.6A

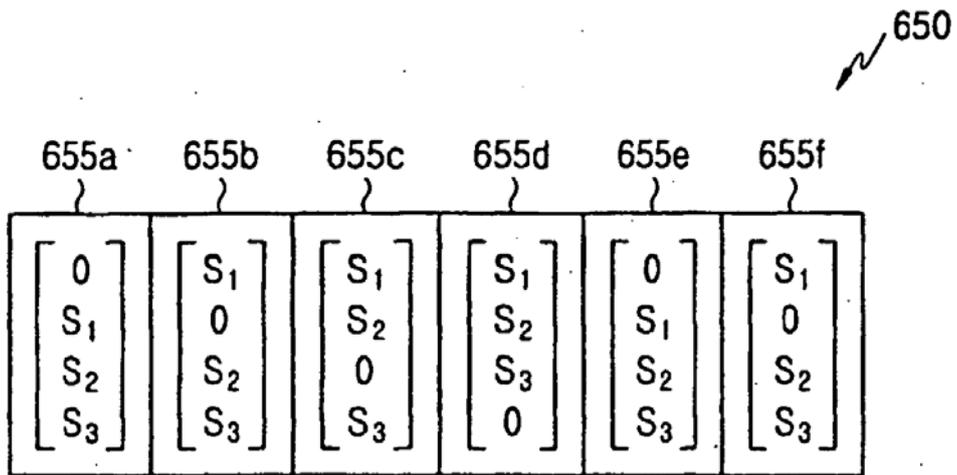


FIG.6B

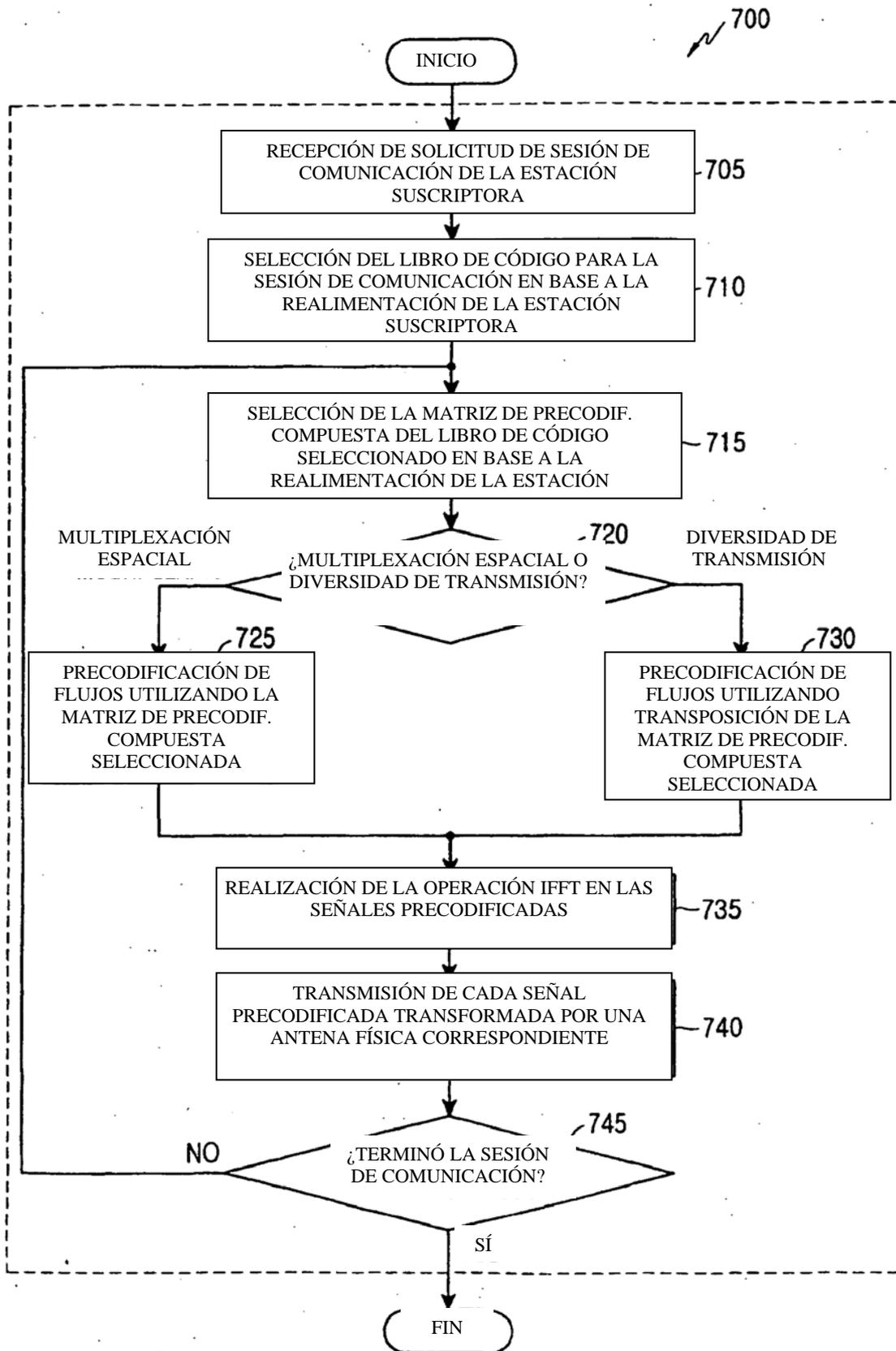


FIG. 7