

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 451 840**

51 Int. Cl.:

H04L 5/00 (2006.01)

H04W 52/24 (2009.01)

H04W 52/32 (2009.01)

H04L 27/26 (2006.01)

H04W 52/16 (2009.01)

H04W 52/48 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.05.2008 E 11006883 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2014 EP 2391050**

54 Título: **Estructuras piloto para ACK y CQI en un sistema de comunicación inalámbrica**

30 Prioridad:

18.05.2007 US 938995 P

08.05.2008 US 117585

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

28.03.2014

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
International IP Administration 5775 Morehouse
Drive
San Diego, CA 92121-1714 , US**

72 Inventor/es:

**XU, HAO;
MALLADI, DURGA, PRASAD y
WANG, RACHEL**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 451 840 T3

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

DESCRIPCIÓN

Estructuras piloto para ACK y CQI en un sistema de comunicación inalámbrica

Antecedentes**I. Campo**

- 5 La presente revelación se refiere, en general, a la comunicación y, más específicamente, a técnicas para transmitir datos y señales piloto para la información de control en un sistema de comunicación inalámbrica.

II. Antecedentes

10 Los sistemas de comunicación inalámbrica están ampliamente extendidos para proporcionar diversos contenidos de comunicación, tales como voz, vídeo, datos en paquetes, mensajería, difusión, etc. Estos sistemas inalámbricos pueden ser sistemas de acceso múltiple capaces de dar soporte a múltiples usuarios compartiendo los recursos disponibles del sistema. Los ejemplos de tales sistemas de acceso múltiple incluyen los sistemas de Acceso Múltiple por División de Código (CDMA), los sistemas de Acceso Múltiple por División del Tiempo (TDMA), los sistemas de Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA), los sistemas de FDMA ortogonal (OFDMA) y los sistemas de FDMA de Portadora Única (SC-FDMA).

15 En un sistema de comunicación inalámbrica, un Nodo B puede transmitir datos de tráfico a un equipo de usuario (UE) por el enlace descendente y / o recibir datos de tráfico desde el UE por el enlace ascendente. El enlace descendente (o enlace directo) se refiere al enlace de comunicación desde el Nodo B al UE, y el enlace ascendente (o enlace inverso) se refiere al enlace de comunicación desde el UE al Nodo B. El UE puede enviar información del indicador de calidad de canal (CQI), que indica la calidad del canal de enlace descendente al Nodo B. El Nodo B puede seleccionar una velocidad o formato de transporte en base a la información de CQI y puede enviar datos de tráfico, a la velocidad o formato de transporte seleccionado, al UE. El UE puede enviar información de acuse de recibo (ACK) para los datos de tráfico recibidos desde el Nodo B. El Nodo B puede determinar si ha de retransmitir datos de tráfico pendientes o transmitir nuevos datos de tráfico al UE, en base a la información del ACK. Es deseable enviar de manera fiable información de ACK y CQI a fin de lograr buenas prestaciones.

25 Se llama atención sobre el documento "3GPP TR 25.814 V7.1.0, Technical Report, 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Physical layer aspects for evolved Universal Terrestrial Radio Access (UTRA) (Release 7)" ["3GPP TR 25.814 V7.1.0, Informe Técnico, Proyecto de Colaboración de 3ª Generación; Red de Acceso por Radio del Grupo de Especificación Técnica; Aspectos de la capa física para el Acceso Universal evolucionado por Radio Terrestre (UTRA) (Versión 7)"] del 1 de septiembre de 2006 (2006-09-01), XP002511692
30 Extraído de Internet: URL:http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/25_series/25.814/25814-710.zip>. Dicho documento está relacionado con el informe técnico para el aspecto de la capa física de la obra de estudio "UTRA evolucionado y UTRAN" [1]. El propósito de este Informe Técnico es ayudar al Grupo de Trabajo 1 de la Red de Acceso por Radio del Grupo de Especificación Técnica a definir y describir la evolución potencial de la capa física en consideración, y comparar las ventajas de cada técnica de evolución, junto con la evaluación de la complejidad de cada técnica. Cuando se compara con la referencia definida en el Informe Técnico TR 25.913, y en base a las evaluaciones iniciales al nivel del sistema con adjudicación de 5 MHz, tanto las mejoras de eficiencia espectral alcanzables con un sistema (basado en el CDMA), según un enfoque "evolucionario", como las mejoras de eficiencia espectral alcanzables con un nuevo enfoque (p. ej., en base a OFDM) son atractivas. El uso de un enfoque basado en el CDMA permite una migración más fluida desde las anteriores versiones de UTRA y podría ofrecer una reutilización más extensa de la capa física. Por otra parte, una nueva Capa 1, con una evitación inherente de restricciones a priori en el diseño de la interfaz aérea, admite una elección más libre de los parámetros de diseño, haciendo más fácil cumplir algunos de los objetivos de E-UTRA, p. ej., los requisitos de latencia, la granularidad más fina del mínimo ancho de banda y el carácter común entre distintas modalidades de dúplex. El procesamiento del receptor del UE es algo más sencillo para una interfaz aérea basada en OFDMA; el atractivo, en términos de complejidad, aumenta con mayores anchos de banda y / o configuraciones de MIMO de orden superior. Ambos enfoques de la evolución del acceso por radio del 3GPP tienen sus ventajas y desventajas, con gran dependencia de los requisitos exactos. Sobre esta base, TSG-RAN #30 ha decidido que el estudio de factibilidad de la Evolución a Largo Plazo se concentrará en el enlace descendente basado en OFDMA y el enlace ascendente basado en SC-FDMA. La TSG-RAN #30 también ha reafirmado que la evolución continuada de las modalidades de UTRA existentes es una actividad del trabajo necesario en marcha dentro del 3GPP.

45 También se llama atención sobre el documento WO 2006 / 130742 A, que describe un procedimiento, aparato y estructura de canal que se proporcionan para acusar recibo de mensajes de asignación. El procedimiento y el aparato permiten una señalización eficaz en base a los recursos.

Se llama atención adicional sobre el documento WO 2008 / 137963 A, que describe técnicas para enviar información de control en un sistema de comunicación inalámbrica. Un equipo de usuario (UE) puede enviar datos para información

de control en un bloque de recursos con multiplexado por división de frecuencia (FDM), y puede enviar señales piloto en el bloque de recursos con el multiplexado por división de código (CDM) del dominio de frecuencia. El UE puede determinar múltiples grupos de subportadoras a usar para enviar datos en múltiples periodos de símbolos del bloque de recursos, en base a un patrón predeterminado o a un patrón de saltos pseudo-aleatorios. Cada grupo puede incluir subportadoras consecutivas para dar soporte al FDM localizado. Los múltiples grupos pueden incluir distintas subportadoras para proporcionar diversidad de frecuencias y, posiblemente, promediar interferencias. El UE puede enviar símbolos de modulación para datos (p. ej., en el dominio del tiempo) por los múltiples grupos de subportadoras en los múltiples periodos de símbolos. El UE puede enviar una secuencia de señales de referencia para señales piloto por múltiples subportadoras en cada periodo de símbolos para señales piloto.

Se llama atención sobre un artículo de QUALCOMM EUROPE, titulado "Joint Coding with CQI and ACK and Performance Evaluation" ["Codificación conjunta con CQI y ACK y evaluación de prestaciones"], BORRADOR 3GPP; R1-071811, PROYECTO DE COLABORACIÓN DE 3ª GENERACIÓN (3GPP), CENTRO DE COMPETENCIA MÓVIL; 650, ROUTE DES LUCIOLES; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX; FRANCIA, vol. RAN WG1, St. Julian; 20070403, 3 de abril de 2007 (2007-04-03), XP050105720. El artículo describe el diseño conjunto de CQI y ACK y evalúa las prestaciones de enlaces y la capacidad de multiplexado.

Se llama atención adicional sobre documento US 2005 / 068931 A1, que describe un aparato y un procedimiento para transmitir una señal de referencia en un sistema de comunicación de Acceso Múltiple por División Ortogonal de Frecuencia (OFDMA), en el cual una banda de frecuencia total es dividida en una pluralidad de bandas subportadoras. Un multiplexador por división del tiempo realiza el multiplexado por división del tiempo, de modo que la señal de referencia sea transmitida durante un primer periodo en un número predeterminado de bandas subportadoras entre la pluralidad de las bandas subportadoras, y una señal, distinta a la señal de referencia, sea transmitida durante un segundo periodo, distinto al primer periodo. Un transmisor transmite las señales de banda subportadora multiplexadas por división del tiempo.

Sumario

Según la presente invención, se proporcionan, respectivamente, un procedimiento y un aparato, según se expone en las reivindicaciones independientes. Las realizaciones preferidas de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

Las técnicas para transmitir datos y señales piloto para ACK, CQI y / u otra información de control en un sistema de comunicación inalámbrica se describen en el presente documento. En un aspecto, los datos y las señales piloto para la información de control (p. ej., información de ACK) pueden transmitirse con multiplexado por división de código (CDM) tanto del dominio de frecuencia como del dominio del tiempo. En un diseño, a un UE puede asignarse una secuencia de señales de referencia seleccionada entre un conjunto de secuencias de señales de referencia generadas en base a distintos desplazamientos cíclicos de una secuencia de base. Estas secuencias de señales de referencia tienen buenas propiedades de correlación y pueden ser enviadas simultáneamente por distintos UE por el mismo conjunto de subportadoras en el mismo periodo de símbolos. Al UE también puede asignarse una primera secuencia ortogonal seleccionada entre un conjunto de secuencias ortogonales generadas en base a una matriz de la transformación discreta de Fourier (DFT) o una matriz de Walsh. El UE puede ensanchar la secuencia de señales de referencia con la primera secuencia ortogonal, para obtener múltiples secuencias de señales piloto. El UE puede luego enviar las múltiples secuencias de señales piloto por múltiples subportadoras en múltiples periodos de símbolos, una secuencia de señales piloto en cada periodo de símbolos. Al UE también puede asignarse una segunda secuencia ortogonal proveniente de un conjunto de secuencias ortogonales para los datos. El UE puede modular la secuencia de señales de referencia con información de ACK para obtener una secuencia modulada. El UE puede luego ensanchar la secuencia modulada con la segunda secuencia ortogonal para obtener múltiples secuencias de datos. El UE puede enviar las múltiples secuencias de datos por las múltiples subportadoras en múltiples periodos de símbolos para datos.

En otro aspecto, los datos y las señales piloto para la información de control pueden transmitirse con CDM del dominio de frecuencia y señales piloto distribuidas a lo largo del tiempo. En un diseño, a un UE puede asignarse una secuencia de señales de referencia y puede generar múltiples secuencias de señales piloto en base a la secuencia de señales de referencia. El UE puede enviar las múltiples secuencias de señales piloto por múltiples subportadoras en múltiples periodos de símbolos separados por al menos un periodo de símbolos, una secuencia de señales piloto en cada periodo de símbolos. El UE también puede generar múltiples símbolos de modulación en base a la información de control, p. ej., solamente información de CQI o bien información tanto de CQI como de ACK. El UE puede modular la secuencia de señales de referencia con los múltiples símbolos de modulación para obtener múltiples secuencias de datos. El UE puede luego enviar las múltiples secuencias de datos por las múltiples portadoras en múltiples periodos de símbolos para datos, una secuencia de datos en cada periodo de símbolos para datos.

Un Nodo B puede recibir datos y secuencias de señales piloto desde distintos UE y puede efectuar el procesamiento complementario para recuperar la información de control enviada por cada UE, según se describe más adelante. Diversos aspectos y características de la revelación se describen en mayor detalle más adelante.

Breve descripción de los dibujos

- La FIG. 1 muestra un sistema de comunicación inalámbrica.
- La FIG. 2 muestra una estructura ejemplar de transmisión para el enlace ascendente.
- Las FIGS. 3A y 3B muestran dos diseños de una estructura de ACK.
- 5 La FIG. 4 muestra un diseño de una estructura de CQI.
- La FIG. 5 muestra un diagrama de bloques de un Nodo B y un UE.
- La FIG. 6 muestra un diagrama de bloques de un procesador de transmisión para el ACK.
- La FIG. 7 muestra un diagrama de bloques de un procesador de transmisión para el CQI.
- La FIG. 8 muestra un diagrama de bloques de un modulador de SC-FDM.
- 10 La FIG. 9 muestra un diagrama de bloques de un demodulador de SC-FDM.
- La FIG. 10 muestra un diagrama de bloques de un procesador de recepción para el ACK.
- La FIG. 11 muestra un diagrama de bloques de un procesador de recepción para el CQI.
- La FIG. 12 muestra un procedimiento para transmitir datos y señales piloto para el ACK.
- La FIG. 13 muestra un aparato para transmitir datos y señales piloto para el ACK.
- 15 La FIG. 14 muestra un procedimiento para transmitir datos y señales piloto para el CQI.
- La FIG. 15 muestra un aparato para transmitir datos y señales piloto para el CQI.
- La FIG. 16 muestra un procedimiento para recibir el ACK.
- La FIG. 17 muestra un aparato para recibir el ACK.
- La FIG. 18 muestra un procedimiento para recibir el CQI.
- 20 La FIG. 19 muestra un aparato para recibir el CQI.
- La FIG. 20 muestra un procedimiento para dar soporte a la transmisión del ACK y del CQI.
- La FIG. 21 muestra un aparato para dar soporte a la transmisión del ACK y del CQI.

Descripción detallada

25 Las técnicas descritas en el presente documento pueden usarse para diversos sistemas de comunicación inalámbrica, tales como CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA y otros sistemas. Los términos “sistema” y “red” se usan a menudo de forma intercambiable. Un sistema de CDMA puede implementar una tecnología de radio tal como el Acceso Universal Terrestre por Radio (UTRA), el cdma2000, etc. UTRA incluye el CDMA de Banda Ancha (WCDMA) y otras variantes del CDMA. El cdma2000 abarca los estándares IS-2000, IS-95 e IS-856. Un sistema de TDMA puede implementar una tecnología de radio tal como el Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM). Un sistema

30 OFDMA puede implementar una tecnología de radio tal como el UTRA Evolucionado (E-UTRA), la Banda Ancha Ultra Móvil (UMB), IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDM®, etc. UTRA y E-UTRA son parte del Sistema Universal de Telecomunicación Móvil (UMTS). La Evolución a Largo Plazo (LTE) del 3GPP es una versión venidera del UMTS que usa E-UTRA, que emplea OFDMA en el enlace descendente y SC-FDMA en el enlace ascendente. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE y GSM están descritos en documentos de una organización llamada

35 “Proyecto de Colaboración de 3ª Generación” (3GPP). El cdma2000 y UMB se describen en documentos de una organización llamada “Proyecto 2 de Colaboración de 3ª Generación” (3GPP2). Para mayor claridad, ciertos aspectos de las técnicas se describen más adelante para LTE, y se usa la terminología de LTE en gran parte de la descripción a continuación.

40 La FIG. 1 muestra un sistema 100 de comunicación inalámbrica con múltiples Nodos B 110. Un Nodo B puede ser una estación fija que se comunica con los UE y también puede denominarse un Nodo B evolucionado (eNB), una estación base, un punto de acceso, etc. Los UE 120 pueden estar dispersos por toda la extensión del sistema, y cada UE puede ser fijo o móvil. Un UE puede también denominarse una estación móvil, un terminal, un terminal de acceso, una unidad de abonado, una estación, etc. Un UE puede ser un teléfono celular, una agenda electrónica (PDA), un módem inalámbrico, un dispositivo de comunicación inalámbrica, un dispositivo de mano, un ordenador portátil, un teléfono sin

cables, etc. Un UE puede comunicarse con un Nodo B mediante transmisiones por el enlace descendente y el enlace ascendente.

La **FIG. 2** muestra un diseño de una estructura 200 de transmisión que puede usarse para el enlace ascendente. La línea del tiempo de transmisión puede dividirse en unidades de subtramas. Una subtrama puede tener una duración predeterminada, p. ej., un milisegundo (ms), y puede dividirse en dos ranuras. Cada ranura puede incluir un número fijo o configurable de periodos de símbolos, p. ej., seis periodos de símbolos para un prefijo cíclico extendido o siete periodos de símbolos para un prefijo cíclico normal.

Para el enlace ascendente, pueden estar disponibles K subportadoras totales, y pueden agruparse en bloques de recursos. Cada bloque de recursos puede incluir N subportadoras (p. ej., N = 12 subportadoras) en una ranura. Los bloques de recursos disponibles pueden dividirse en una sección de datos y una sección de control. La sección de control puede estar formada en los dos bordes del ancho de banda del sistema, según se muestra en la FIG. 2. La sección de control puede tener un tamaño configurable, que puede seleccionarse en base a la cantidad de información de control que está siendo enviada por el enlace ascendente por los UE. Los bloques de recursos en la sección de control pueden asignarse a los UE para la transmisión de información de ACK, información de CQI, etc. La sección de datos puede incluir todos los bloques de recursos no incluidos en la sección de control. El diseño en la FIG. 2 da como resultado que la sección de datos incluya subportadoras contiguas, lo que puede luego permitir que se asignen a un único UE todas las subportadoras contiguas en la sección de datos.

A un UE pueden ser asignados bloques de recursos en la sección de control para transmitir información de ACK y / o CQI a un Nodo B. La información de ACK puede indicar si cada bloque de transporte enviado por el Nodo B al UE es decodificado correctamente, o con errores, por el UE. La cantidad de información de ACK a enviar por parte del UE puede depender del número de bloques de transporte enviados al UE. En un diseño, la información de ACK puede comprender uno o dos bits de ACK, según que se envíen uno o dos bloques de transporte al UE. En otros diseños, la información de ACK puede comprender más bits de ACK.

La información de CQI puede indicar la calidad del canal de enlace descendente estimada por el UE para el Nodo B. La cantidad de información de CQI a enviar por parte del UE puede depender de diversos factores, tales como el número de canales espaciales disponibles para la transmisión de enlace descendente, el formato para informar sobre la calidad del canal de enlace descendente, la granularidad deseada en la calidad informada del canal de enlace descendente, etc. En un diseño, la información de CQI puede comprender 8, 9 o 10 bits. En otros diseños, la información de CQI puede comprender menos, o más, bits.

El UE puede enviar información de ACK y / o CQI por un canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH), que puede correlacionarse con bloques de recursos en la sección de control. En un diseño, pueden recibir soporte dos estructuras del PUCCH, y se denominan una estructura de ACK y una estructura de CQI. La estructura de ACK puede usarse para enviar solamente información de ACK. La estructura de CQI puede usarse para enviar solamente información de CQI, o bien información tanto de ACK como de CQI. Las estructuras de ACK y de CQI también pueden denominarse con otros nombres. Por ejemplo, la estructura de ACK también puede denominarse el formato 0 o 1 del PUCCH, según que se estén enviando 1 o 2 bits de ACK. La estructura de CQI también puede denominarse el formato 2 del PUCCH.

La Tabla 1 enumera algunas características de las estructuras de ACK y de CQI según un diseño. La Tabla 1 da el número de periodos de símbolos para los datos y el número de periodos de símbolos para las señales piloto en una ranura de siete periodos de símbolos. Las señales piloto son datos que son conocidos a priori tanto por un transmisor como por un receptor, y también pueden denominarse referencia, preámbulo, etc.

Tabla 1 – Estructuras del PUCCH

	Estructura de ACK	Estructura de CQI
Número de bits de información	1 o 2	8 a 10
Número de periodos de símbolos para datos por ranura	L = 4	L = 5
Número de periodos de símbolos para señales piloto por ranura	M = 3	M = 2
Ensanche para datos	Sí	No
Ensanche para señales piloto	Sí	No
Número de canales con soporte	Hasta 18 canales de ACK	Hasta 6 canales de CQI

5 El ensanche se refiere a un proceso de replicación de un símbolo para obtener múltiples copias, y multiplicar luego estas copias con una secuencia ortogonal para obtener múltiples símbolos ensanchados. Múltiples UE pueden enviar simultáneamente símbolos en los mismos recursos con distintas secuencias ortogonales. Un Nodo B puede recuperar los símbolos enviados por estos UE realizando el desensanche complementario. El ensanche también se denomina usualmente cobertura.

10 La FIG. 3A muestra un diseño de una estructura 300 de ACK para un caso en el cual cada ranura incluye siete periodos de símbolos. En cada subtrama, la ranura izquierda incluye siete periodos 0 a 6 de símbolos, y la ranura derecha incluye siete periodos 7 a 13 de símbolos. Uno o más UE pueden enviar simultáneamente información de ACK en un par de bloques de recursos que incluye bien (i) un bloque de recursos en la sección superior de control en la ranura izquierda y un bloque de recursos en la sección inferior de control en la ranura derecha, según se muestra en la FIG. 3A, o bien (ii) un bloque de recursos en la sección inferior de control en la ranura izquierda y un bloque de recursos en la sección superior de control en la ranura derecha (mostrada con troceo diagonal en la FIG. 3A).

15 En un diseño, un bloque de recursos para el ACK incluye cuatro periodos de símbolos para datos y tres periodos de símbolos para señales piloto. En el diseño mostrado en la FIG. 3A, las señales piloto se envían en los tres periodos medios de símbolos del bloque de recursos, y los datos se envían en los restantes cuatro periodos de símbolos. Los datos y las señales piloto para el ACK también pueden enviarse en otros periodos de símbolos dentro del bloque de recursos.

20 En un diseño, un UE puede enviar datos y señales piloto para el ACK usando una secuencia de señales de referencia con buenas propiedades de correlación. Distintos UE pueden enviar simultáneamente datos y señales piloto para el ACK en el mismo bloque de recursos, usando distintas secuencias de señales de referencia, que pueden ser generadas con una secuencia de base. En un diseño, la secuencia de base puede ser una secuencia CAZAC (de auto-correlación cero de amplitud constante) tal como una secuencia de Chu, una secuencia de Zadoff-Chu, una secuencia de Frank, una secuencia generalizada de tipo gorjeo (GCL), etc. En otro diseño, la secuencia de base puede ser una
25 secuencia definida para que tenga buenas propiedades de correlación.

En un diseño, múltiples secuencias de señales de referencia de longitud N pueden ser generadas con distintos desplazamientos cíclicos de una secuencia de base de longitud N, según lo siguiente:

$$r_{\alpha}(n) = r_b((n + \alpha) \bmod N) = e^{j\alpha n} \cdot r_b(n), \text{ para } n = 0, \dots, N - 1, \quad \text{Ec. (1)}$$

donde $r_b(n)$ es la secuencia de base, siendo n un índice de símbolo,

30 $r_{\alpha}(n)$ es una secuencia de señales de referencia con un desplazamiento cíclico de α , y

“mod” indica una operación de módulo.

En un diseño, $N = 12$ y cada secuencia de señales de referencia tiene una longitud de 12. Seis secuencias de señales de referencia pueden ser generadas con seis valores distintos de α y pueden ser asignadas a distintos UE. Múltiples secuencias de señales de referencia también pueden ser generadas de otras maneras.

35 En un diseño, un UE puede usar una única secuencia de señales de referencia para todos los periodos de símbolos de una subtrama. En otro diseño, el UE puede usar distintas secuencias de señales de referencia para distintos periodos de símbolos de la subtrama. En otro diseño más, el UE puede usar distintas secuencias de señales de referencia para distintas ranuras de la subtrama. Los saltos en los dos últimos diseños pueden aleatorizar la interferencia. Para mayor simplicidad, la siguiente descripción supone que el UE usa una única secuencia $r(n)$ de señales de referencia para
40 todos los periodos de símbolos, donde $r(n) = r_{\alpha}(n)$ para un valor específico de α .

En un diseño, un UE puede ensanchar sus datos piloto para el ACK con una secuencia ortogonal asignada al UE. Para el diseño mostrado en la FIG. 3A, puede usarse una secuencia ortogonal de longitud 3 para enviar señales piloto en tres periodos de símbolos. En un diseño, tres secuencias ortogonales pueden definirse en base a una matriz $\mathbf{D}_{3 \times 3}$ de Transformación Discreta de Fourier (DFT) de dimensión 3×3 , que puede expresarse como:

$$\mathbf{D}_{3 \times 3} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & e^{j2\pi/3} & e^{j4\pi/3} \\ 1 & e^{j4\pi/3} & e^{j2\pi/3} \end{bmatrix}.$$

Ec. (2)

Las tres secuencias ortogonales $q_0(m)$, $q_1(m)$ y $q_2(m)$ pueden definirse con las tres filas de la matriz DFT de dimensión

3 x 3, y pueden darse como:

$$q_0(m) = [1 \ 1 \ 1], \quad \text{Ec. (3a)}$$

$$q_1(m) = [1 \ e^{j2\pi/3} \ e^{j4\pi/3}], \text{ y} \quad \text{Ec. (3b)}$$

$$q_2(m) = [1 \ e^{j4\pi/3} \ e^{j2\pi/3}], \quad \text{Ec. (3c)}$$

5 donde m es un índice para el periodo de símbolos.

En general, la longitud y el número de secuencias ortogonales para señales piloto pueden depender del número de periodos de símbolos usados para las señales piloto. Por ejemplo, dos secuencias ortogonales de longitud 2 pueden usarse para señales piloto enviadas en dos periodos de símbolos, cuatro secuencias ortogonales de longitud 4 pueden usarse para señales piloto enviadas en cuatro periodos de símbolos, etc. Distintos tipos de secuencias ortogonales pueden estar disponibles para distintas longitudes. Por ejemplo, las secuencias ortogonales de cualquier longitud M pueden definirse en base a una matriz de DFT de dimensión $M \times M$, mientras que las secuencias ortogonales de longitud igual a una potencia de dos (p. ej., 2, 4, etc.) pueden definirse en base a una matriz de Walsh.

En un diseño, un UE puede generar señales piloto para el ACK de la siguiente manera:

$$p_m(n) = q(m) \cdot r(n), \quad \text{para } n = 0, \dots, N - 1 \text{ y } m = 0, 1, 2, \quad \text{Ec. (4)}$$

15 donde $q(m)$ es una secuencia ortogonal para señales piloto asignada al UE, y

$p_m(n)$ es una secuencia de señales piloto para el ACK, para el periodo m de símbolos.

La secuencia ortogonal $q(m)$ asignada al UE puede ser $q_0(m)$, $q_1(m)$ o $q_2(m)$. En el diseño mostrado en la ecuación (4), cada uno de los N símbolos en la secuencia $r(n)$ de señales de referencia está multiplicado con el primer símbolo $q(0)$ en la secuencia ortogonal, para obtener una primera secuencia de señales piloto $p_0(n)$, con el segundo símbolo $q(1)$ para obtener una segunda secuencia de señales piloto $p_1(n)$ y con el tercer símbolo $q(2)$ para obtener una tercera secuencia de señales piloto $p_2(n)$. Las tres secuencias de señales piloto $p_0(n)$, $p_1(n)$ y $p_2(n)$ pueden ser enviadas en tres periodos 2, 3 y 4 de símbolos en la ranura izquierda y también en tres periodos 9, 10 y 11 de símbolos en la ranura derecha, según se muestra en la FIG. 3A.

Hasta 18 UE pueden enviar simultáneamente señales piloto para el ACK con seis secuencias de señales de referencia y tres secuencias ortogonales $q_0(m)$, $q_1(m)$ y $q_2(m)$. Cada UE puede enviar su señal piloto con una secuencia $r(n)$ específica de señales de referencia y una secuencia ortogonal $q(m)$ específica. Las señales piloto provenientes de estos UE pueden distinguirse por (i) el ensanche con las secuencias ortogonales en el dominio del tiempo y (ii) la separación de las secuencias de señales de referencia en el dominio de la frecuencia.

En un diseño, un UE puede ensanchar sus datos para el ACK con una secuencia ortogonal asignada al UE. Para el diseño mostrado en la FIG. 3A, una secuencia ortogonal de longitud 4 puede usarse para enviar datos en cuatro periodos de símbolos. En un diseño, cuatro secuencias ortogonales pueden definirse en base a una matriz $\mathbf{W}_{4 \times 4}$ de Walsh de dimensión 4×4 , que puede expresarse como:

$$\mathbf{W}_{4 \times 4} = \begin{bmatrix} +1 & +1 & +1 & +1 \\ +1 & -1 & +1 & -1 \\ +1 & +1 & -1 & -1 \\ +1 & -1 & -1 & +1 \end{bmatrix}.$$

Ec. (5)

35 Cuatro secuencias ortogonales $w_0(m)$, $w_1(m)$, $w_2(m)$ y $w_3(m)$ pueden definirse con las cuatro filas de la matriz de Walsh de dimensión 4×4 , y pueden darse como:

$$w_0(m) = [+1 \ +1 \ +1 \ +1], \quad \text{Ec. (6a)}$$

$$w_1(m) = [+1 \ -1 \ +1 \ -1], \quad \text{Ec. (6b)}$$

$$w_2(m) = [+1 \ +1 \ -1 \ -1], \quad \text{Ec. (6c)}$$

y

$$40 \quad w_3(m) = [+1 \ -1 \ -1 \ +1], \quad \text{Ec. (6d)}$$

En general, la longitud y el número de las secuencias ortogonales para datos pueden depender del número de periodos de símbolos usados para datos. Por ejemplo, tres secuencias ortogonales de longitud 3 pueden usarse para datos enviados en tres periodos de símbolos, etc.

5 En un diseño, un UE puede procesar datos para el ACK de la siguiente manera. El UE puede correlacionar primero uno o dos bits para el ACK con un símbolo $d(0)$ de modulación basado, respectivamente, en BPSK o QPSK. El UE puede modular entonces su secuencia $r(n)$ de señales de referencia con el símbolo $d(0)$ de modulación, de la siguiente manera:

$$y(n) = d(0) \cdot r(n), \quad \text{para } n = 0, \dots, N - 1, \quad \text{Ec. (7)}$$

10 donde $y(n)$ es una secuencia modulada para el ACK. Según se muestra en la ecuación (7), el mismo símbolo de modulación se aplica a cada uno de los N símbolos en la secuencia de señales de referencia.

El UE puede luego ensanchar la secuencia modulada de la siguiente manera:

$$z_m(n) = w(m) \cdot y(n), \quad \text{para } n = 0, \dots, N - 1 \text{ y } m = 0, \dots, 3, \quad \text{Ec. (8)}$$

donde $w(m)$ es una secuencia ortogonal para datos asignada al UE, y

$z_m(n)$ es una secuencia de datos para el ACK para el periodo m de símbolos.

15 La secuencia ortogonal $w(m)$ asignada al UE puede ser $w_0(m)$, $w_1(m)$, $w_2(m)$ o $w_3(m)$. En el diseño mostrado en la ecuación (8), cada uno de los N símbolos en la secuencia modulada $y(n)$ es multiplicado con el primer símbolo $w(0)$ en la secuencia ortogonal para obtener una primera secuencia $z_0(n)$ de datos, con el segundo símbolo $w(1)$ para obtener una segunda secuencia $z_1(n)$ de datos, con el tercer símbolo $w(2)$ para obtener una tercera secuencia $z_2(n)$ de datos y con el cuarto símbolo $w(3)$ para obtener una cuarta secuencia $z_3(n)$ de datos. Las cuatro secuencias de datos $z_0(n)$, $z_1(n)$, $z_2(n)$ y $z_3(n)$ pueden enviarse en cuatro periodos 0, 1, 5 y 6 de símbolos en la ranura izquierda y también en cuatro periodos 7, 8, 12 y 13 de símbolos en la ranura derecha, según se muestra en la FIG. 3A.

20 Hasta 24 UE pueden enviar simultáneamente datos para el ACK con seis secuencias de señales de referencia y cuatro secuencias ortogonales $w_0(m)$ a $w_3(m)$. Cada UE puede enviar sus datos con una secuencia específica $r(n)$ de señales de referencia y una secuencia ortogonal $w(m)$ específica. Los datos de estos UE pueden distinguirse por (i) el ensanche con las secuencias ortogonales en el dominio del tiempo y (ii) la separación de las secuencias de señales de referencia en el dominio de la frecuencia.

30 En un diseño, pueden definirse 18 canales de ACK con seis secuencias de señales de referencia, tres secuencias ortogonales para las señales piloto, y cuatro secuencias ortogonales para los datos. El número de canales de ACK puede estar limitado por el número de los UE que pueden enviar señales piloto simultáneamente. Cada canal de ACK puede asociarse a una secuencia específica $r(n)$ de señales de referencia, una secuencia ortogonal $q(m)$ específica para las señales piloto y una secuencia ortogonal $w(m)$ específica para los datos. Hasta 18 UE pueden enviar simultáneamente su información de ACK por hasta 18 canales de ACK en el mismo par de bloques de recursos.

35 La FIG. 3B muestra un diseño de una estructura 310 de ACK para un caso en el cual cada ranura incluye seis periodos de símbolos. En cada subtrama, la ranura izquierda incluye seis periodos 0 a 5 de símbolos, y la ranura derecha incluye seis periodos 6 a 11 de símbolos. En un diseño, un bloque de recursos para el ACK incluye cuatro periodos de símbolos para datos y dos periodos de símbolos para señales piloto. En el diseño mostrado en la FIG. 3B, las señales piloto se envían en los dos periodos medios de símbolos del bloque de recursos, y los datos se envían en los restantes cuatro periodos de símbolos. Los datos y las señales piloto para el ACK también pueden ser enviados en otros periodos de símbolos dentro del bloque de recursos.

40 En un diseño, pueden definirse dos secuencias ortogonales de longitud 2 para las señales piloto, basadas en una matriz $\mathbf{D}_{2 \times 2}$ de DFT de dimensión 2×2 , que puede expresarse como:

$$\mathbf{D}_{2 \times 2} = \begin{bmatrix} +1 & +1 \\ +1 & -1 \end{bmatrix}. \quad \text{Ec. (9)}$$

La matriz DFT de dimensión 2×2 es igual a una matriz de Walsh de dimensión 2×2 .

45 Dos secuencias ortogonales $q_0(m)$ y $q_1(m)$ pueden definirse con las dos filas de la matriz de DFT de dimensión 2×2 , y pueden darse como:

$$q_0(m) = [+1 \ +1], \quad \text{Ec. (10a)}$$

y

$$q_1(m) = [+1 \ -1], \quad \text{Ec. (10b)}$$

Para el diseño mostrado en la FIG. 3B, un UE puede generar señales piloto para el ACK con una secuencia ortogonal $q(m)$ de longitud 2, según se muestra en la ecuación (4), para obtener dos secuencias de señales piloto $p_0(n)$ y $p_1(n)$. El UE puede enviar las dos secuencias de señales piloto $p_0(n)$ y $p_1(n)$ en dos periodos 2 y 3 de símbolos en la ranura izquierda y también en dos periodos 8 y 9 de símbolos en la ranura derecha, según se muestra en la FIG. 3B. El UE también puede procesar datos para el ACK con una secuencia ortogonal $w(m)$ de longitud 4, según se muestra en las ecuaciones (7) y (8), para obtener cuatro secuencias de datos $z_0(n)$ a $z_3(n)$. El UE puede enviar las cuatro secuencias de datos $z_0(n)$ a $z_3(n)$ en cuatro periodos 0, 1, 4 y 5 de símbolos en la ranura izquierda y también en cuatro periodos 6, 7, 10 y 11 de símbolos en la ranura derecha, según se muestra en la FIG. 3B.

Para el diseño mostrado en la FIG. 3B, hasta 12 UE pueden enviar simultáneamente señales piloto para el ACK con seis secuencias de señales de referencia y dos secuencias ortogonales $q_0(m)$ y $q_1(m)$. En un diseño, 12 canales de ACK pueden definirse con seis secuencias de señales de referencia, dos secuencias ortogonales para señales piloto y cuatro secuencias ortogonales para los datos. El número de canales de ACK puede estar limitado por el número de los UE que pueden enviar señales piloto simultáneamente. Cada canal de ACK puede estar asociado a una secuencia específica $r(n)$ de señales de referencia, una secuencia ortogonal específica $q(m)$ para señales piloto, y una secuencia ortogonal específica $w(m)$ para los datos. Hasta 12 UE pueden enviar simultáneamente su información de ACK por hasta 12 canales de ACK en el mismo par de bloques de recursos.

En otro diseño de una estructura de ACK para ranuras con seis periodos de símbolos, las señales piloto pueden enviarse en tres periodos de símbolos en un bloque de recursos, y los datos pueden enviarse en los restantes tres periodos de símbolos en el bloque de recursos. En este diseño, las secuencias ortogonales de longitud 3 pueden usarse tanto para las señales piloto como para los datos y pueden definirse según se muestra en el conjunto (3) de ecuaciones. En este diseño, 18 canales de ACK pueden definirse con seis secuencias de señales de referencia, tres secuencias ortogonales para señales piloto y tres secuencias ortogonales para datos. Hasta 18 UE pueden enviar simultáneamente su información de ACK por hasta 18 canales de ACK en el mismo par de bloques de recursos.

Varios diseños ejemplares de la estructura de ACK han sido descritos en lo que antecede. En general, las señales piloto pueden enviarse en cualquier número de periodos (M) de símbolos, y los datos pueden enviarse en cualquier número de periodos (L) de símbolos. Un conjunto de secuencias ortogonales de longitud M puede ser usado para las señales piloto, y un conjunto de secuencias ortogonales de longitud L puede ser usado para los datos. Las secuencias ortogonales para las señales piloto y los datos pueden definirse en base a las matrices de DFT, de Walsh y / u otras, de dimensiones adecuadas. Un UE puede ensanchar su señal piloto con una secuencia ortogonal $q(m)$ asignada al UE para señales piloto y puede ensanchar sus datos con una secuencia ortogonal $w(m)$ asignada al UE para los datos.

La FIG. 4 muestra un diseño de una estructura 400 de CQI para un caso en el cual cada ranura incluye siete periodos de símbolos. En este diseño, un bloque de recursos para el CQI incluye cinco periodos de símbolos para datos y dos periodos de símbolos para señales piloto. En el diseño mostrado en la FIG. 4, para la ranura izquierda, las señales piloto se envían en dos periodos 2 y 4 de símbolos que están separados por un periodo de símbolos, y los datos se envían en los restantes cinco periodos 0, 1, 3, 5 y 6 de símbolos. Los datos y señales piloto para el CQI también pueden ser enviados en otros periodos de símbolos dentro del bloque de recursos. Puede ser deseable separar los dos periodos de símbolos para señales piloto por al menos un periodo de símbolos (p. ej., por uno, dos o tres periodos de símbolos) a fin de capturar la variación temporal en un canal inalámbrico.

En un diseño, las secuencias de señales de referencia pueden ser usadas directamente como secuencias de señales piloto para el CQI. Un UE puede enviar su secuencia de señales de referencia en cada periodo de símbolos para señales piloto, sin ensanche. Si están disponibles seis secuencias de señales de referencia, entonces hasta seis UE pueden enviar simultáneamente señales piloto con las seis secuencias de señales de referencia. Cada UE puede enviar su señal piloto con una secuencia específica de señales de referencia. Las señales piloto de estos UE pueden ser distinguidas por la separación de las secuencias de señales de referencia en el dominio de la frecuencia.

En un diseño, un UE puede procesar datos para el CQI de la siguiente manera. El UE puede codificar primero los bits de información para el CQI, para obtener bits de código, y puede correlacionar estos bits de código con diez símbolos $d(0)$ a $d(9)$ de modulación. El UE puede entonces modular su secuencia $r(n)$ de señales de referencia con cada símbolo $d(m)$ de modulación, según lo siguiente:

$$c_m(n) = d(m) \cdot r(n), \quad \text{para } n = 0, \dots, N - 1 \text{ y } m = 0, \dots, 9, \quad \text{Ec. (11)}$$

donde $c_m(n)$ es una secuencia de datos para el CQI para el periodo m de símbolos. Pueden obtenerse diez secuencias $c_0(n)$ a $c_9(n)$ de datos, respectivamente, para los diez símbolos $d(0)$ a $d(9)$ de modulación, y pueden ser enviadas en diez periodos de símbolos para los datos en un par de bloques de recursos, p. ej., según se muestra en la FIG. 4.

En un diseño, seis canales de CQI pueden ser definidos con seis secuencias de señales de referencia. Cada canal de CQI puede asociarse a una secuencia específica $r(n)$ de señales de referencia. Hasta seis UE pueden enviar simultáneamente datos y señales piloto para el CQI por hasta seis canales de CQI en el mismo par de bloques de recursos. Los datos y señales piloto de estos UE pueden ser distinguidos por la separación de las secuencias de señales de referencia en el dominio de la frecuencia.

En un diseño de una estructura de CQI para ranuras con seis periodos de símbolos, un bloque de recursos para el CQI incluye cuatro periodos de símbolos para datos y dos periodos de símbolos para señales piloto. Por ejemplo, las señales piloto pueden ser enviadas en dos periodos 1 y 4 de símbolos, y los datos pueden ser enviados en los restantes periodos 0, 2, 3 y 5 de símbolos. En otro diseño, un bloque de recursos para el CQI incluye cinco periodos de símbolos para datos y un periodo de símbolos para señales piloto. Por ejemplo, las señales piloto pueden ser enviadas en un periodo 2 o 3 de símbolos, y los datos pueden ser enviados en los cinco restantes periodos de símbolos. Los datos y las señales piloto para el CQI también pueden ser enviados en otros periodos de símbolos dentro del bloque de recursos para el caso con seis periodos de símbolos por ranura.

Las FIGS. 3A y 3B muestran dos diseños ejemplares para enviar datos y señales piloto para el ACK. La FIG. 4 muestra un diseño ejemplar para enviar datos y señales piloto para el CQI. Los datos y las señales piloto para el ACK y el CQI también pueden ser enviados de otras maneras, p. ej., en distintos números de periodos de símbolos, distintos periodos de símbolos dentro de un bloque de recursos, etc.

Los canales de ACK y de CQI también pueden ser multiplexados en el mismo bloque de recursos. La modulación de una secuencia entera de señales de referencia con un símbolo de modulación (p. ej., para información de ACK o de CQI) o con un símbolo de una secuencia ortogonal (p. ej., para señales piloto) no cambia las propiedades de correlación de las secuencias de señales de referencia. Para los diseños mostrados en las FIGS. 3A y 4, y con seis secuencias de señales de referencia, un único par de bloques de recursos puede dar soporte a una de las siguientes configuraciones: 18 canales de ACK, 1 canal de CQI y 15 canales de ACK, 2 canales de CQI y 12 canales de ACK, 3 canales de CQI y 9 canales de ACK, 4 canales de CQI y 6 canales de ACK, 5 canales de CQI y 3 canales de ACK, o 6 canales de CQI.

La **FIG. 5** es un diagrama de bloques de un diseño de un Nodo B 110 y un UE 120, que son uno de los Nodos B y uno de los UE en la FIG. 1. En este diseño, el UE 120 está equipado con T antenas 532a a 532t, y el Nodo B 110 está equipado con R antenas 552a a 552r, donde, en general, $T \geq 1$ y $R \geq 1$.

En el UE 120, un procesador 520 de transmisión puede recibir datos de tráfico desde un origen 512 de datos, procesar (p. ej., codificar y correlacionar con símbolos) los datos de tráfico y proporcionar símbolos de datos. El procesador 520 de transmisión puede también recibir información de control (p. ej., información de ACK y / o de CQI) desde un controlador / procesador 540, procesar la información de control según lo descrito anteriormente y proporcionar símbolos de control (p. ej., para secuencias de datos). El procesador 520 de transmisión también puede generar símbolos piloto (p. ej., para secuencias de señales piloto) y multiplexar los símbolos piloto con los símbolos de datos y los símbolos de control. Un símbolo de datos es un símbolo para datos de tráfico, un símbolo de control es un símbolo para la información de control, un símbolo piloto es un símbolo para señales piloto, y un símbolo puede ser un valor real o complejo. Un símbolo piloto también puede denominarse un símbolo de referencia.

Un procesador 522 de MIMO puede procesar (p. ej., precodificar) los símbolos provenientes del procesador 520 de transmisión y proporcionar T flujos de símbolos de salida a T moduladores (MOD) 530a a 530t. El procesador 522 de MIMO puede ser omitido si el UE 120 está equipado con una única antena. Cada modulador 530 puede procesar su flujo de símbolos de salida (p. ej., para el multiplexado por división de frecuencia de portadora única (SC-FDM)) para obtener un flujo de muestras de salida. Cada modulador 530 puede acondicionar adicionalmente (p. ej., convertir a analógico, filtrar, amplificar y aumentar la frecuencia) su flujo de muestras de salida para generar una señal de enlace ascendente. T señales de enlace ascendente, desde los moduladores 530a a 530t, pueden ser transmitidas, respectivamente, mediante T antenas 532a a 532t.

En el nodo B 110, las antenas 552a a 552r pueden recibir las señales de enlace ascendente desde el UE 120 y / u otros UE. Cada antena 552 puede proporcionar una señal recibida a un respectivo demodulador (DEMOM) 554. Cada demodulador 554 puede acondicionar (p. ej., filtrar, amplificar, reducir la frecuencia y digitalizar) su señal recibida para obtener muestras y puede procesar adicionalmente las muestras (p. ej., para SC-FDM) para obtener símbolos recibidos. Un detector 556 de MIMO puede realizar la detección de MIMO en los símbolos recibidos desde todos los R demoduladores 554a a 554r y proporcionar símbolos detectados. Un procesador 560 de recepción puede procesar (p. ej., demodular y descodificar) los símbolos detectados, proporcionar datos de tráfico descodificados a un sumidero 562 de datos y proporcionar información de control descodificada a un controlador / procesador 570. En general, el procesamiento por el detector 556 de MIMO y el procesador 560 de recepción es complementario, respectivamente, al procesamiento por el procesador 522 de MIMO y el procesador 520 de transmisión en el UE 120.

El Nodo B 110 puede transmitir datos de tráfico y / o información de control por el enlace descendente al UE 120. Los

datos de tráfico desde un origen 578 de datos y / o la información de control desde el controlador / procesador 570 pueden ser procesados por un procesador 580 de transmisión y adicionalmente procesados por un procesador 582 de MIMO para obtener R flujos de símbolos de salida. Los R moduladores 554a a 554r pueden procesar los R flujos de símbolos de salida (p. ej., para OFDM) para obtener R flujos de muestras de salida y pueden acondicionar adicionalmente los flujos de muestras de salida para obtener R señales de enlace descendente, que pueden ser transmitidas mediante R antenas 552a a 552r. En el UE 120, las señales de enlace descendente desde el Nodo B 110 pueden ser recibidas por las antenas 532a a 532t, acondicionadas y procesadas por los demoduladores 530a a 530t, y adicionalmente procesadas por un detector 536 de MIMO (si es aplicable) y un procesador 538 de recepción para recuperar los datos de tráfico y la información de control enviados al UE 120. El procesador 538 de recepción puede proporcionar los datos de tráfico a un sumidero 539 de datos y proporcionar la información de control a un controlador / procesador 540.

Los controladores / procesadores 540 y 570 pueden dirigir, respectivamente, la operación en el UE 120 y el Nodo B 110. Las memorias 542 y 572 pueden almacenar, respectivamente, datos y códigos de programa para el UE 120 y el Nodo B 110. Un planificador 574 puede planificar los UE para la transmisión de datos por el enlace descendente y / o el enlace ascendente, y puede asignar recursos a los UE planificados. El planificador 574 también puede asignar recursos de ACK y de CQI a los UE para la transmisión de información de ACK y de CQI. Los recursos de ACK y de CQI pueden comprender bloques de recursos, secuencias de señales de referencia, secuencias ortogonales para señales piloto, secuencias ortogonales para datos, etc.

La **FIG. 6** muestra un diagrama en bloques de un diseño de un procesador 620 de transmisión para los ACK, que puede ser parte de un procesador 520 de transmisión en el UE 120 en la FIG. 5. Dentro del procesador 620 de transmisión, un correlacionador 622 de símbolos puede correlacionar información de ACK con un símbolo $d(0)$ de modulación. Un multiplicador 624 puede multiplicar una secuencia $r(n)$ de señales de referencia con el símbolo de modulación y proporcionar una secuencia modulada $y(n)$, p. ej., según se muestra en la ecuación (7). Un ensanchador 626 de datos puede ensanchar la secuencia modulada con una secuencia ortogonal $w(m)$ para datos y proporcionar secuencias $z_m(n)$ de datos, p. ej., según se muestra en la ecuación (8). Un ensanchador 628 de señales piloto puede ensanchar la secuencia de señales de referencia con una secuencia ortogonal $q(m)$ para señales piloto y proporcionar secuencias de señales piloto $p_m(n)$, p. ej., según se muestra en la ecuación (4). Un multiplexador (Mux) 630 puede recibir las secuencias de datos desde el ensanchador 626 y las secuencias de señales piloto desde el ensanchador 628 y puede proporcionar cada secuencia en un periodo adecuado de símbolos, p. ej., según se muestra en la FIG. 3A o 3B.

La **FIG. 7** muestra un diagrama de bloques de un diseño de un procesador 720 de transmisión para el CQI, que puede ser parte del procesador 520 de transmisión en el UE 120 en la FIG. 5. Dentro del procesador 720 de transmisión, un codificador 722 puede codificar solamente información de CQI, o bien información tanto de CQI como de ACK, para obtener bits de código. Un correlacionador 724 de símbolos puede correlacionar los bits de código con símbolos $d(m)$ de modulación. Un multiplicador 726 puede multiplicar una secuencia $r(n)$ de señales de referencia con cada símbolo de modulación y proporcionar una correspondiente secuencia $c_m(n)$ de datos, p. ej., según se muestra en la ecuación (11). Un multiplexor 728 puede recibir las secuencias de datos desde el multiplicador 726 y la secuencia de señales de referencia, proporcionar cada secuencia de datos en un respectivo periodo de símbolos para datos y proporcionar la secuencia de señales de referencia como una secuencia de señales piloto en cada periodo de símbolos para señales piloto, p. ej., según se muestra en la FIG. 4.

La **FIG. 8** muestra un diseño de un modulador 830 de SC-FDM, que puede ser usado para cada uno de los moduladores 530a a 530t en el UE 120 en la FIG. 5 al enviar ACK o CQI. Dentro del modulador 830 de SC-FDM, una unidad 832 de DFT puede recibir una secuencia de datos o señales piloto que contiene N símbolos para un periodo de símbolos, realizar una DFT de N puntos sobre los N símbolos y proporcionar N valores del dominio de la frecuencia. Un correlacionador 834 entre símbolos y subportadoras puede correlacionar los N valores del dominio de la frecuencia con N subportadoras en un bloque de recursos usado para los ACK o CQI, y puede correlacionar valores cero con las restantes subportadoras. Una unidad 836 de transformación rápida inversa de Fourier (IFFT) puede realizar una IFFT de K puntos sobre los K valores correlacionados para las K subportadoras totales y proporcionar K muestras del dominio del tiempo para una parte útil. Un generador 838 de prefijo cíclico puede copiar las últimas C muestras de la parte útil y adosar estas C muestras al frente de la parte útil para formar un símbolo de SC-FDM que contenga K + C muestras. El símbolo de SC-FDM puede ser enviado en un periodo de símbolos, que puede incluir K + C periodos de muestras.

La **FIG. 9** muestra un diagrama de bloques de un diseño de un demodulador 950 de SC-FDM, que puede ser usado para cada uno de los demoduladores 554a a 554r en el Nodo B 110 en la FIG. 5 al recibir ACK o CQI. Dentro del demodulador 950 de SC-FDM, una unidad 952 de eliminación de prefijo cíclico puede obtener K + C muestras recibidas en cada periodo de símbolos, eliminar C muestras recibidas correspondientes al prefijo cíclico y proporcionar K muestras recibidas para la parte útil. Una unidad 954 de transformación rápida de Fourier (FFT) puede realizar una FFT de K puntos sobre las K muestras recibidas y proporcionar K valores del dominio de la frecuencia para las K

subportadoras totales. Un decorrelacionador 956 entre símbolos y subportadoras puede proporcionar N valores del dominio de la frecuencia provenientes de las N subportadoras en un bloque de recursos asignado al UE 120 y puede descartar los restantes valores del dominio de la frecuencia. Una unidad 958 de IDFT puede realizar una IDFT de N puntos sobre los N valores del dominio de la frecuencia y proporcionar N símbolos recibidos para una secuencia de datos o señales piloto recibidos.

La **FIG. 10** muestra un diagrama en bloques de un diseño de un procesador 1060 de recepción para el ACK, que puede ser parte del procesador 560 de recepción en el Nodo B 110 en la FIG. 5. Dentro del procesador 1060 de recepción, un demultiplexor (Demux) 1062 puede obtener secuencias de datos y señales piloto recibidos para el ACK desde un par de bloques de recursos asignados al UE 120, proporcionar las secuencias de señales piloto recibidas a un desensanchador 1064 de señales piloto y proporcionar las secuencias de datos recibidos a un detector coherente 1070. El desensanchador 1064 de señales piloto puede desensanchar las secuencias de señales piloto recibidas para cada bloque de recursos con la secuencia ortogonal $q(m)$ asignada al UE 120 y proporcionar una secuencia de señales piloto desensanchadas para ese bloque de recursos. En un diseño, el desensanche de señales piloto para cada bloque de recursos puede realizarse de la siguiente manera:

$$\hat{r}(n) = \sum_{m=0}^{M-1} q^*(m) \cdot \tilde{p}_m(n) ,$$

Ec. (12)

donde $\tilde{p}_m(n)$ es una secuencia de señales piloto recibidas para el periodo m de símbolos, y

$\hat{r}(n)$ es una secuencia de señales piloto desensanchadas.

Un estimador 1066 de canal puede obtener una estimación de canal para las N subportadoras en cada bloque de recursos en base a la secuencia de señales piloto desensanchadas para ese bloque de recursos. El detector coherente 1070 puede realizar la detección coherente para cada secuencia de datos recibidos con una estimación de canal aplicable y proporcionar una correspondiente secuencia de datos detectados. Un desensanchador 1072 de datos puede desensanchar las secuencias de datos detectados para cada bloque de recursos con la secuencia ortogonal $w(m)$ asignada al UE 120 para obtener una secuencia de datos desensanchados para ese bloque de recursos. En un diseño, el desensanche de datos para cada bloque de recursos puede realizarse de la siguiente manera:

$$\hat{y}(n) = \sum_{m=0}^{L-1} w^*(m) \cdot b_m(n) ,$$

Ec. (13)

donde $b_m(n)$ es una secuencia de datos detectados para el periodo m de símbolos, y

$\hat{y}(n)$ es una secuencia de datos desensanchados, que es una estimación de $y(n)$ en la ecuación (7).

Un correlacionador 1074 puede correlacionar la secuencia de datos desensanchados para cada bloque de recursos con cada una de las posibles secuencias de señales de referencia y puede proporcionar el resultado de la correlación para la mejor secuencia de señales de referencia. Un decorrelacionador 1076 de símbolos puede obtener resultados de correlación para los dos bloques de recursos usados para el ACK, determinar el símbolo de modulación con más probabilidad de haber sido enviado por el UE 120 en base a los resultados de la correlación y proporcionar la información de ACK recibida para el UE.

La **FIG. 11** muestra un diagrama de bloques de un diseño de un procesador 1160 de recepción para CQI, que puede ser parte del procesador 560 de recepción en el Nodo B 110 en la FIG. 5. Dentro del procesador 1160 de recepción, un demultiplexor 1162 puede obtener secuencias de datos y señales piloto recibidos para el CQI desde un par de bloques de recursos asignados al UE 120, proporcionar cada secuencia de señales piloto recibidas a un estimador 1164 de canal y proporcionar cada secuencia de datos recibidos a un detector coherente 1170. El estimador 1164 de canal puede obtener una o más estimaciones de canal para las N subportadoras en cada bloque de recursos, en base a las secuencias de señales piloto recibidas para ese bloque de recursos. En un diseño, el estimador 1164 de canal puede obtener una estimación de canal para cada bloque de recursos en base a todas las secuencias de señales piloto recibidas para ese bloque de recursos. Este diseño puede ser usado para un canal de variación lenta, p. ej., de baja movilidad. En otro diseño, el estimador 1164 de canal puede obtener una estimación de canal para cada periodo de símbolos en cada bloque de recursos en base a (p. ej., por interpolación) las secuencias de señales piloto recibidas para ese bloque de recursos. Este diseño puede ser usado para un canal de variación rápida, p. ej., de alta movilidad.

El detector coherente 1170 puede realizar la detección coherente para cada secuencia de datos recibidos con una estimación de canal aplicable y proporcionar una correspondiente secuencia de datos detectados. Un correlacionador 1172 puede correlacionar cada secuencia de datos detectados con cada una de las posibles secuencias de señales de referencia y proporcionar un resultado de correlación para la mejor secuencia de señales de referencia. Una unidad 1174 puede calcular las razones de probabilidad de registro (LLR) en base a los resultados de correlación para las secuencias de datos detectados. Un decodificador 1176 puede decodificar las LLR para todas las secuencias de datos y proporcionar la información de CQI recibida para el UE 120.

Las FIGS. 10 y 11 muestran diseños ejemplares del procesamiento por el Nodo B 110 para recuperar información de ACK y CQI enviada por el UE 120. El Nodo B 110 también puede realizar el procesamiento para los ACK y CQI de otras maneras. Por ejemplo, tanto el correlacionador 1074 en la FIG. 10 como el correlacionador 1172 en la FIG. 11 puede ser reemplazado por un detector que pueda detectar la secuencia de señales de referencia asignada al UE 120. El procesamiento también puede efectuarse en órdenes distintos al orden mostrado en las FIGS. 10 y 11. El Nodo B 110 puede realizar el procesamiento en el dominio del tiempo (p. ej., según se muestra en las FIGS. 10 y 11) sobre las secuencias recibidas de datos y señales piloto del dominio del tiempo, proporcionadas por la unidad 958 de IDFT en la FIG. 9. Alternativamente, el Nodo B 110 puede realizar el procesamiento en el dominio de la frecuencia sobre las secuencias recibidas de datos y señales piloto del dominio de la frecuencia, proporcionadas por el decorrelacionador 956 en la FIG. 9.

El Nodo B 110 puede recibir secuencias de datos y señales piloto desde el UE 120 mediante múltiples antenas 552a a 552r. En este caso, el Nodo B 110 puede combinar los resultados de las múltiples antenas, p. ej., después del detector coherente 1070 o después del desensanchador 1072 de datos en la FIG. 10, y después del detector coherente 1170 en la FIG. 11. El Nodo B 110 también puede combinar entre múltiples antenas en otros puntos en las trayectorias de procesamiento para el ACK y el CQI.

La **FIG. 12** muestra un diseño de un proceso 1200 para transmitir datos y señales piloto para el ACK. El proceso 1200 puede ser llevado a cabo por un UE o alguna otra entidad. Al UE puede asignarse una secuencia de señales de referencia seleccionada entre un conjunto de secuencias de señales de referencia, generado en base a distintos desplazamientos cíclicos de una secuencia de base. Al UE también puede asignarse una secuencia ortogonal seleccionada entre un conjunto de secuencias ortogonales, generado en base a una matriz de DFT o una matriz de Walsh. El UE puede ensanchar la secuencia de señales de referencia con la secuencia ortogonal para obtener múltiples secuencias de señales piloto (bloque 1212). El UE puede enviar luego las múltiples secuencias de señales piloto por múltiples (p. ej., 12) subportadoras en múltiples periodos de símbolos, una secuencia de señales piloto en cada periodo de símbolos, enviándose cada secuencia de señales piloto por las múltiples subportadoras (bloque 1214). Los múltiples periodos de símbolos pueden ser periodos de símbolos consecutivos en un bloque de recursos.

En un diseño, el UE puede ensanchar la secuencia de señales de referencia con una secuencia ortogonal de longitud tres para obtener tres secuencias de señales piloto. El UE puede enviar luego las tres secuencias de señales piloto en los tres periodos medios de símbolos de una ranura que comprende siete periodos de símbolos, p. ej., según se muestra en la FIG. 3A. En otro diseño, el UE puede ensanchar la secuencia de señales de referencia con una secuencia ortogonal de longitud dos para obtener dos secuencias de señales piloto. El UE puede enviar luego las dos secuencias de señales piloto en los dos periodos medios de símbolos de una ranura que comprende seis periodos de símbolos, p. ej., según se muestra en la FIG. 3B.

Al UE puede asignarse una segunda secuencia ortogonal seleccionada entre un conjunto de secuencias ortogonales, generado en base a una matriz de DFT o una matriz de Walsh. El UE puede modular la secuencia de señales de referencia con información de ACK para obtener una secuencia modulada (bloque 1216). El UE puede ensanchar luego la secuencia modulada con la segunda secuencia ortogonal para obtener múltiples secuencias de datos (bloque 1218). El UE puede enviar las múltiples secuencias de datos por las múltiples subportadoras en múltiples periodos de símbolos para datos, una secuencia de datos en cada periodo de símbolos para datos, enviándose cada secuencia de datos por las múltiples subportadoras (bloque 1220). En un diseño, el UE puede ensanchar la secuencia modulada con una secuencia ortogonal de longitud cuatro para obtener cuatro secuencias de datos. El UE puede enviar luego las cuatro secuencias de datos en cuatro periodos de símbolos de una ranura, p. ej., según se muestra en la FIG. 3A o 3B.

En un diseño, el UE puede generar múltiples símbolos de SC-FDM en base a las múltiples secuencias de señales piloto, un símbolo de SC-FDM para cada secuencia de señales piloto. El UE también puede generar múltiples símbolos de SC-FDM en base a las múltiples secuencias de datos, un símbolo de SC-FDM para cada secuencia de datos. El UE puede enviar cada símbolo de SC-FDM en un periodo distinto de símbolos.

La **FIG. 13** muestra un diseño de un aparato 1300 para transmitir datos y señales piloto para el ACK. El aparato 1300 incluye un módulo 1312 para ensanchar una secuencia de señales de referencia con una secuencia ortogonal para obtener múltiples secuencias de señales piloto, un módulo 1314 para enviar las múltiples secuencias de señales piloto por múltiples subportadoras en múltiples periodos de símbolos, una secuencia de señales piloto en cada periodo de símbolos, un módulo 1316 para modular la secuencia de señales de referencia con información de ACK para obtener

una secuencia modulada, un módulo 1318 para ensanchar la secuencia modulada con una segunda secuencia ortogonal para obtener múltiples secuencias de datos y un módulo 1320 para enviar las múltiples secuencias de datos por las múltiples subportadoras en múltiples periodos de símbolos para datos, una secuencia de datos en cada periodo de símbolos para datos.

5 La **FIG. 14** muestra un diseño de un proceso 1400 para transmitir datos y señales piloto para el CQI. El proceso 1400 puede ser realizado por un UE o alguna otra entidad. Al UE puede asignarse una secuencia de señales de referencia seleccionada entre un conjunto de secuencias de señales de referencia, generado en base a distintos desplazamientos cíclicos de una secuencia de base. El UE puede generar múltiples secuencias de señales piloto en base a la secuencia de señales de referencia (bloque 1412). En un diseño, el UE puede fijar cada secuencia de señales piloto igual a la secuencia de señales de referencia. El UE también puede generar las secuencias de señales piloto en base a la secuencia de señales de referencia de otras maneras. El UE puede enviar las múltiples secuencias de señales piloto por múltiples subportadoras en múltiples periodos de símbolos, separados por al menos un periodo de símbolos, una secuencia de señales piloto en cada periodo de símbolos, enviándose cada secuencia de señales piloto por las múltiples subportadoras (bloque 1414).

10 El UE puede generar múltiples símbolos de modulación en base a la información de CQI, o bien la información tanto de CQI como de ACK (bloque 1416). El UE puede modular la secuencia de señales de referencia con los múltiples símbolos de modulación para obtener múltiples secuencias de datos (bloque 1418). El UE puede enviar las múltiples secuencias de datos por las múltiples subportadoras en múltiples periodos de símbolos para datos, una secuencia de datos en cada periodo de símbolos para datos, enviándose cada secuencia de datos por las múltiples subportadoras (bloque 1420).

15 En un diseño, el UE puede generar dos secuencias de señales piloto en base a la secuencia de señales de referencia y puede enviar estas dos secuencias de señales piloto en dos periodos de símbolos, en cada una de dos ranuras. Cada ranura puede incluir siete periodos de símbolos, y los dos periodos de símbolos para señales piloto pueden estar separados por al menos un periodo de símbolos. El UE puede generar diez secuencias de datos en base a la secuencia de señales de referencia y diez símbolos de modulación, y puede enviar estas diez secuencias de datos en los restantes diez periodos de símbolos, en las dos ranuras. El UE también puede generar y enviar distintos números de secuencias de señales piloto y de secuencias de datos.

20 La **FIG. 15** muestra un diseño de un aparato 1500 para transmitir datos y señales piloto para el CQI. El aparato 1500 incluye un módulo 1512 para generar múltiples secuencias de señales piloto en base a una secuencia de señales de referencia, un módulo 1514 para enviar las múltiples secuencias de señales piloto por múltiples subportadoras en múltiples periodos de símbolos separados por al menos un periodo de símbolos, una secuencia de señales piloto en cada periodo de símbolos, un módulo 1516 para generar múltiples símbolos de modulación en base a información de CQI, o bien información tanto de CQI como de ACK, un módulo 1518 para modular la secuencia de señales de referencia con los múltiples símbolos de modulación para obtener múltiples secuencias de datos, y un módulo 1520 para enviar las múltiples secuencias de datos por las múltiples subportadoras en múltiples periodos de símbolos para datos, una secuencia de datos en cada periodo de símbolos para datos.

25 La **FIG. 16** muestra un diseño de un proceso 1600 para recibir el ACK. El proceso 1600 puede ser llevado a cabo por un Nodo B o alguna otra entidad. El Nodo B puede recibir múltiples (p. ej., dos o tres) secuencias de señales piloto por múltiples subportadoras en múltiples periodos de símbolos desde un UE, una secuencia de señales piloto en cada periodo de símbolos (bloque 1612). El Nodo B puede desensanchar las múltiples secuencias de señales piloto con una secuencia ortogonal (p. ej., de longitud 2 o 3) para obtener una secuencia de señales piloto desensanchadas (bloque 1614). El Nodo B puede obtener una estimación de canal en base a la secuencia de señales piloto desensanchadas (bloque 1616). El Nodo B puede realizar el desensanche y la estimación de canal en el dominio del tiempo o en el dominio de la frecuencia.

30 El Nodo B también puede recibir múltiples (p. ej., cuatro) secuencias de datos por las múltiples subportadoras en múltiples periodos de símbolos para datos, una secuencia de datos en cada periodo de símbolos para datos (bloque 1618). El Nodo B puede realizar la detección coherente para las múltiples secuencias de datos con la estimación de canal, para obtener múltiples secuencias de datos detectados (bloque 1620). El Nodo B puede desensanchar las múltiples secuencias de datos detectados con una segunda secuencia ortogonal (p. ej., de longitud 4) para obtener una secuencia de datos desensanchados (bloque 1622). El Nodo B puede recuperar luego información de ACK del UE en base a la secuencia de datos desensanchados (bloque 1624).

35 La **FIG. 17** muestra un diseño de un aparato 1700 para recibir el ACK. El aparato 1700 incluye un módulo 1712 para recibir múltiples secuencias de señales piloto por múltiples subportadoras en múltiples periodos de símbolos desde un UE, una secuencia de señales piloto en cada periodo de símbolos, un módulo 1714 para desensanchar las múltiples secuencias de señales piloto con una secuencia ortogonal, para obtener una secuencia de señales piloto desensanchadas, un módulo 1716 para obtener una estimación de canal en base a la secuencia de señales piloto desensanchadas, un módulo 1718 para recibir múltiples secuencias de datos por las múltiples subportadoras en

múltiples periodos de símbolos para datos, una secuencia de datos en cada periodo de símbolos para datos, un módulo 1720 para realizar la detección coherente para las múltiples secuencias de datos con la estimación de canal, para obtener múltiples secuencias de datos detectados, un módulo 1722 para desensanchar las múltiples secuencias de datos detectados con una segunda secuencia ortogonal, para obtener una secuencia de datos desensanchados, y un módulo 1724 para recuperar información de ACK del UE en base a la secuencia de datos desensanchados.

La **FIG. 18** muestra un diseño de un proceso 1800 para recibir el CQI. El proceso 1800 puede ser llevado a cabo por un Nodo B o alguna otra entidad. El Nodo B puede recibir múltiples (p. ej., dos) secuencias de señales piloto por múltiples subportadoras en múltiples periodos de símbolos separados por al menos un periodo de símbolos desde un UE, una secuencia de señales piloto en cada periodo de símbolos (bloque 1812). El Nodo B puede obtener una estimación de canal en base a las múltiples secuencias de señales piloto (bloque 1814). El Nodo B también puede recibir múltiples secuencias de datos por las múltiples subportadoras en múltiples periodos de símbolos para datos, una secuencia de datos en cada periodo de símbolos para datos (bloque 1816). El Nodo B puede realizar la detección coherente para las múltiples secuencias de datos con la estimación de canal, para obtener múltiples secuencias de datos detectados (bloque 1818). El Nodo B puede luego recuperar información de CQI, o información tanto de CQI como de ACK, desde el UE, en base a las múltiples secuencias de datos detectados (bloque 1820).

La **FIG. 19** muestra un diseño de un aparato 1900 para recibir el CQI. El aparato 1900 incluye un módulo 1912 para recibir múltiples secuencias de señales piloto por múltiples subportadoras en múltiples periodos de símbolos separados por al menos un periodo de símbolos desde un UE, una secuencia de señales piloto en cada periodo de símbolos, un módulo 1914 para obtener una estimación de canal en base a las múltiples secuencias de señales piloto, un módulo 1916 para recibir múltiples secuencias de datos por las múltiples subportadoras en múltiples periodos de símbolos para datos, una secuencia de datos en cada periodo de símbolos para datos, un módulo 1918 para realizar la detección coherente para las múltiples secuencias de datos con la estimación de canal, para obtener múltiples secuencias de datos detectados, y un módulo 1920 para recuperar información de CQI, o bien información tanto de CQI como de ACK, del UE en base a las múltiples secuencias de datos detectados.

La **FIG. 20** muestra un diseño de un proceso 2000 para dar soporte a la transmisión de los ACK y CQI por los UE. El proceso 2000 puede ser llevado a cabo por un Nodo B o alguna otra entidad de red. El Nodo B puede seleccionar secuencias ortogonales primera y segunda entre un conjunto de secuencias ortogonales generado en base a una matriz de DFT (bloque 2012). El Nodo B puede seleccionar secuencias primera y segunda de señales de referencia entre un conjunto de secuencias de señales de referencia, generado en base a distintos desplazamientos cíclicos de una secuencia de base (bloque 2014). El Nodo B puede asignar la primera secuencia de señales de referencia y la primera secuencia ortogonal a un primer UE para enviar señales piloto (bloque 2016). El Nodo B puede asignar la segunda secuencia de señales de referencia y la segunda secuencia ortogonal a un segundo UE para enviar señales piloto (bloque 2018). El Nodo B puede recibir a continuación un primer conjunto de secuencias de señales piloto desde el primer UE por múltiples subportadoras en múltiples periodos de símbolos (bloque 2020). El primer conjunto de secuencias de señales piloto puede ser generado por el primer UE en base a la primera secuencia de señales de referencia y la primera secuencia ortogonal. El Nodo B también puede recibir un segundo conjunto de secuencias de señales piloto desde el segundo UE por las múltiples subportadoras en los múltiples periodos de símbolos (bloque 2022). El segundo conjunto de secuencias de señales piloto puede ser generado por el segundo UE en base a la segunda secuencia de señales de referencia y la segunda secuencia ortogonal.

El Nodo B también puede asignar la primera secuencia de señales de referencia y la segunda secuencia ortogonal a un tercer UE para enviar señales piloto. El Nodo B puede asignar adicionalmente la segunda secuencia de señales de referencia y la primera secuencia ortogonal a un cuarto UE para enviar señales piloto. En general, a cada UE puede asignarse una combinación distinta de secuencias de señales de referencia y secuencias ortogonales, para enviar señales piloto en el mismo bloque de recursos.

El Nodo B puede seleccionar secuencias ortogonales tercera y cuarta entre un conjunto de secuencias ortogonales, generado en base a una matriz de Walsh. El Nodo B puede asignar la tercera secuencia ortogonal al primer UE para enviar datos y puede asignar la cuarta secuencia ortogonal al segundo UE para enviar datos. El Nodo B puede recibir a continuación un primer conjunto de secuencias de datos desde el primer UE por las múltiples subportadoras en múltiples periodos de símbolos para datos. El primer conjunto de secuencias de datos puede ser generado por el primer UE en base a la primera secuencia de señales de referencia y la tercera secuencia ortogonal. El Nodo B puede recibir un segundo conjunto de secuencias de datos desde el segundo UE por las múltiples subportadoras en los múltiples periodos de símbolos para datos. El segundo conjunto de secuencias de datos puede ser generado por el segundo UE en base a la segunda secuencia de señales de referencia y la cuarta secuencia ortogonal.

La **FIG. 21** muestra un diseño de un aparato 2100 para dar soporte a la transmisión de los ACK y CQI por los UE. El aparato 2100 incluye un módulo 2112 para seleccionar secuencias ortogonales primera y segunda entre un conjunto de secuencias ortogonales, generado en base a una matriz de DFT, un módulo 2114 para seleccionar secuencias primera y segunda de señales de referencia entre un conjunto de secuencias de señales de referencia, generado en base a

5 distintos desplazamientos cíclicos de una secuencia de base, un módulo 2116 para asignar la primera secuencia de señales de referencia y la primera secuencia ortogonal a un primer UE para enviar señales piloto, un módulo 2118 para asignar la segunda secuencia de señales de referencia y la segunda secuencia ortogonal a un segundo UE para enviar señales piloto, un módulo 2120 para recibir un primer conjunto de secuencias de señales piloto desde el primer UE por múltiples subportadoras en múltiples periodos de símbolos, y un módulo 2122 para recibir un segundo conjunto de secuencias de señales piloto desde el segundo UE por las múltiples subportadoras en los múltiples periodos de símbolos.

Los módulos en las FIGS. 13, 15, 17, 19 y 21 pueden comprender procesadores, dispositivos electrónicos, dispositivos de hardware, componentes electrónicos, circuitos lógicos, memorias, etc., o cualquier combinación de los mismos.

10 Los expertos en la técnica entenderán que la información y las señales pueden ser representadas usando cualquiera entre una gran variedad de distintas tecnologías y técnicas. Por ejemplo, los datos, instrucciones, comandos, información, señales, bits, símbolos y segmentos que puedan mencionarse a lo largo de la descripción anterior pueden ser representados por voltajes, corrientes, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticos, campos o partículas ópticos, o cualquier combinación de los mismos.

15 Los expertos apreciarán adicionalmente que los diversos bloques lógicos ilustrativos, módulos, circuitos y etapas de algoritmo descritos con relación a la revelación en la presente memoria pueden ser implementados como hardware electrónico, software de ordenador o combinaciones de ambos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, varios componentes ilustrativos, bloques, módulos, circuitos y etapas han sido descritos anteriormente, en general, en términos de su funcionalidad. Si tal funcionalidad se implementa como hardware o software depende de la aplicación específica y de las restricciones de diseño impuestas sobre el sistema global. Los artesanos expertos pueden implementar la funcionalidad descrita de maneras variables para cada aplicación específica, pero tales decisiones de implementación no deberían interpretarse como causantes de un alejamiento del alcance de la presente revelación.

25 Los diversos bloques lógicos ilustrativos, módulos y circuitos descritos con relación a la revelación en la presente memoria pueden ser implementados o realizados con un procesador de propósito general, un procesador de señales digitales (DSP), un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), una formación de compuertas programables en el terreno (FPGA) u otro dispositivo lógico programable, lógica de compuertas discretas o de transistores, componentes discretos de hardware, o cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en la presente memoria. Un procesador de propósito general puede ser un microprocesador pero, como alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador convencional, controlador, microcontrolador o máquina de estados. Un procesador también puede implementarse como una combinación de dispositivos informáticos, p. ej., una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores conjuntamente con un núcleo de DSP, o cualquier otra configuración por el estilo.

35 Las etapas de un procedimiento o algoritmo descritas con relación a la revelación en la presente memoria pueden ser realizadas directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador, o en una combinación de los dos. Un módulo de software puede residir en memoria RAM, memoria flash, memoria ROM, memoria EPROM, memoria EEPROM, registros, un disco rígido, un disco extraíble, un CD-ROM, o cualquier otra forma de almacenamiento conocida en la técnica. Un medio ejemplar de almacenamiento se acopla al procesador de modo tal que el procesador pueda leer información de, y escribir información en, el medio de almacenamiento. Como alternativa, el medio de almacenamiento puede estar integrado en el procesador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un ASIC. El ASIC puede residir en un terminal de usuario. Como alternativa, el procesador y el medio de almacenamiento pueden residir como componentes discretos en un terminal de usuario.

45 En uno o más diseños ejemplares, las funciones descritas pueden implementarse en hardware, software, firmware o cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software, las funciones pueden almacenarse, o transmitirse, como una o más instrucciones o código en un medio legible por ordenador. Los medios legibles por ordenador incluyen tanto medios de almacenamiento de ordenador como medios de comunicación, incluso cualquier medio que facilite la transferencia de un programa de ordenador desde un lugar a otro. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible al que pueda acceder un ordenador de propósito general o de propósito especial. A modo de ejemplo, y no de limitación, tales medios legibles por ordenador pueden comprender memoria RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otro almacenamiento de disco óptico, almacenamiento de disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que pueda ser usado para llevar o almacenar los medios deseados de código de programa en forma de instrucciones o estructuras de datos, y al que pueda acceder un ordenador de propósito general o de propósito especial, o un procesador de propósito general o de propósito especial. Además, cualquier conexión se denomina acertadamente un medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite desde una sede de la Red, un servidor u otro origen remoto usando un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un par cruzado, una línea de abonado digital (DSL) u otras tecnologías inalámbricas como los infrarrojos, la radio y las microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par cruzado, la DSL o las tecnologías

5 inalámbricas tales como los infrarrojos, la radio y las microondas se incluyen en la definición de medio. El disco, tal como se usa en la presente memoria, incluye el disco compacto (CD), el disco láser, el disco óptico, el disco versátil digital (DVD), el disco flexible y el disco blu-ray, donde algunos discos reproducen usualmente los datos magnéticamente, mientras que otros discos reproducen datos ópticamente con láseres. Las combinaciones de lo precedente también deberían incluirse dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

10 La anterior descripción de la revelación se proporciona para permitir a cualquier persona experta en la técnica hacer o usar la revelación. Las diversas modificaciones de la revelación serán inmediatamente evidentes para los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en el presente documento pueden aplicarse a otras variaciones sin apartarse del alcance de la revelación. De tal manera, la revelación no está concebida para limitarse a los ejemplos y diseños descritos en el presente documento, sino que ha de acordársele el más amplio alcance coherente con las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento (2000) de comunicación inalámbrica, que comprende:
seleccionar (2012) secuencias ortogonales primera y segunda entre un conjunto de secuencias ortogonales, generado en base a una matriz de la transformación discreta de Fourier, DFT;
- 5 seleccionar (2014) secuencias primera y segunda de señales de referencia entre un conjunto de secuencias de señales de referencia, generado en base a distintos desplazamientos cíclicos de una secuencia de base;
asignar (2016) la primera secuencia de señales de referencia y la primera secuencia ortogonal a un primer equipo de usuario, UE, para enviar señales piloto; y
- 10 asignar la segunda secuencia de señales de referencia y la segunda secuencia ortogonal a un segundo UE para enviar señales piloto.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:
recibir (2020) un primer conjunto de secuencias de señales piloto desde el primer UE por múltiples subportadoras en múltiples periodos de símbolos, siendo generado el primer conjunto de secuencias de señales piloto por el primer UE, en base a la primera secuencia de señales de referencia y a la primera secuencia ortogonal; y
- 15 recibir (2022) un segundo conjunto de secuencias de señales piloto desde el segundo UE por las múltiples subportadoras en los múltiples periodos de símbolos, siendo generado el segundo conjunto de secuencias de señales piloto por el segundo UE, en base a la segunda secuencia de señales de referencia y a la segunda secuencia ortogonal.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:
- 20 asignar la primera secuencia de señales de referencia y la segunda secuencia ortogonal a un tercer UE para enviar señales piloto; y
asignar la segunda secuencia de señales de referencia y la primera secuencia ortogonal a un cuarto UE para enviar señales piloto.
4. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:
- 25 seleccionar secuencias ortogonales tercera y cuarta entre un segundo conjunto de secuencias ortogonales, generado en base a una matriz de Walsh;
asignar la tercera secuencia ortogonal al primer UE para enviar datos; y
asignar la cuarta secuencia ortogonal al segundo UE para enviar datos.
5. El procedimiento de la reivindicación 4, que comprende adicionalmente:
- 30 recibir un primer conjunto de secuencias de datos desde el primer UE por múltiples subportadoras en múltiples periodos de símbolos, siendo generado el primer conjunto de secuencias de datos por el primer UE, en base a la primera secuencia de señales de referencia y a la tercera secuencia ortogonal; y
recibir un segundo conjunto de secuencias de datos desde el segundo UE por las múltiples subportadoras en los múltiples periodos de símbolos, siendo generado el segundo conjunto de secuencias de datos por el segundo UE, en base a la segunda secuencia de señales de referencia y a la cuarta secuencia ortogonal.
- 35
6. Un aparato de comunicación inalámbrica, que comprende:
medios (2112) configurados para seleccionar secuencias ortogonales primera y segunda entre un conjunto de secuencias ortogonales, generado en base a una matriz de transformación discreta de Fourier, DFT,
- 40 medios (2114) para seleccionar secuencias primera y segunda de señales de referencia entre un conjunto de secuencias de señales de referencia, generado en base a distintos desplazamientos cíclicos de una secuencia de base,
medios (2116) para asignar la primera secuencia de señales de referencia y la primera secuencia ortogonal a un primer equipo de usuario, UE, para enviar señales piloto, y
medios (2118) para asignar la segunda secuencia de señales de referencia y la segunda secuencia ortogonal a un

segundo UE para enviar señales piloto.

7. Un procedimiento de comunicación inalámbrica, que comprende:

recibir múltiples secuencias de señales piloto por múltiples subportadoras en múltiples periodos de símbolos, una secuencia de señales piloto en cada periodo de símbolos para señales piloto;

5 desensanchar las múltiples secuencias de señales piloto con una secuencia ortogonal, para obtener una secuencia de señales piloto desensanchadas; y

obtener una estimación de canal en base a la secuencia de señales piloto desensanchadas.

8. El procedimiento de la reivindicación 7, que comprende adicionalmente:

10 obtener la secuencia ortogonal a partir de un conjunto de secuencias ortogonales, generado en base a una matriz de transformación discreta de Fourier, DFT.

9. El procedimiento de la reivindicación 7, en el cual la recepción de múltiples secuencias de señales piloto comprende recibir tres secuencias de señales piloto en tres periodos de símbolos de una ranura que comprende siete periodos de símbolos, y en el cual el desensanche de las múltiples secuencias de señales piloto comprende desensanchar las tres secuencias de señales piloto con la secuencia ortogonal de longitud tres, para obtener la secuencia de señales piloto desensanchadas.

15

10. El procedimiento de la reivindicación 7, que comprende adicionalmente:

recibir múltiples secuencias de datos por las múltiples subportadoras en múltiples periodos de símbolos para datos, una secuencia de datos en cada periodo de símbolos para datos; y

20 realizar la detección coherente para las múltiples secuencias de datos con la estimación de canal, para obtener múltiples secuencias de datos detectados.

11. El procedimiento de la reivindicación 10, que comprende adicionalmente:

desensanchar las múltiples secuencias de datos detectados con una segunda secuencia ortogonal, para obtener una secuencia de datos desensanchados; y

recuperar información de acuse de recibo, ACK, en base a la secuencia de datos desensanchados.

25 12. Un aparato de comunicación inalámbrica, que comprende:

medios configurados para recibir múltiples secuencias de señales piloto por múltiples subportadoras en múltiples periodos de símbolos, una secuencia de señales piloto en cada periodo de símbolos para señales piloto,

medios para desensanchar las múltiples secuencias de señales piloto con una secuencia ortogonal, para obtener una secuencia de señales piloto desensanchadas, y

30 medios para obtener una estimación de canal en base a la secuencia de señales piloto desensanchadas.

13. Un producto de programa de ordenador, que comprende:

un medio legible por ordenador que comprende:

código para hacer que al menos un ordenador lleve a cabo las etapas de procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 y 7 a 11.

35

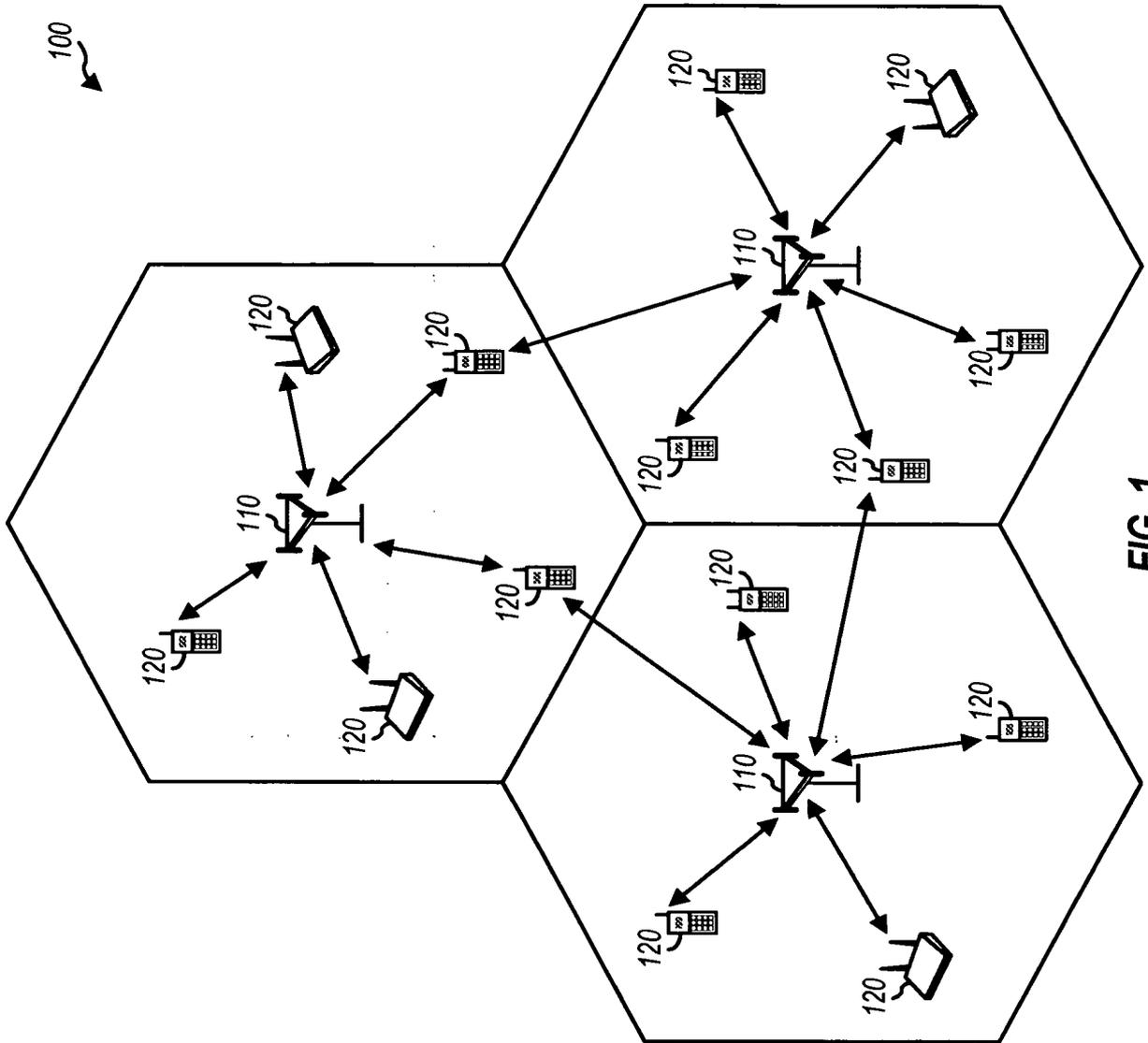


FIG. 1

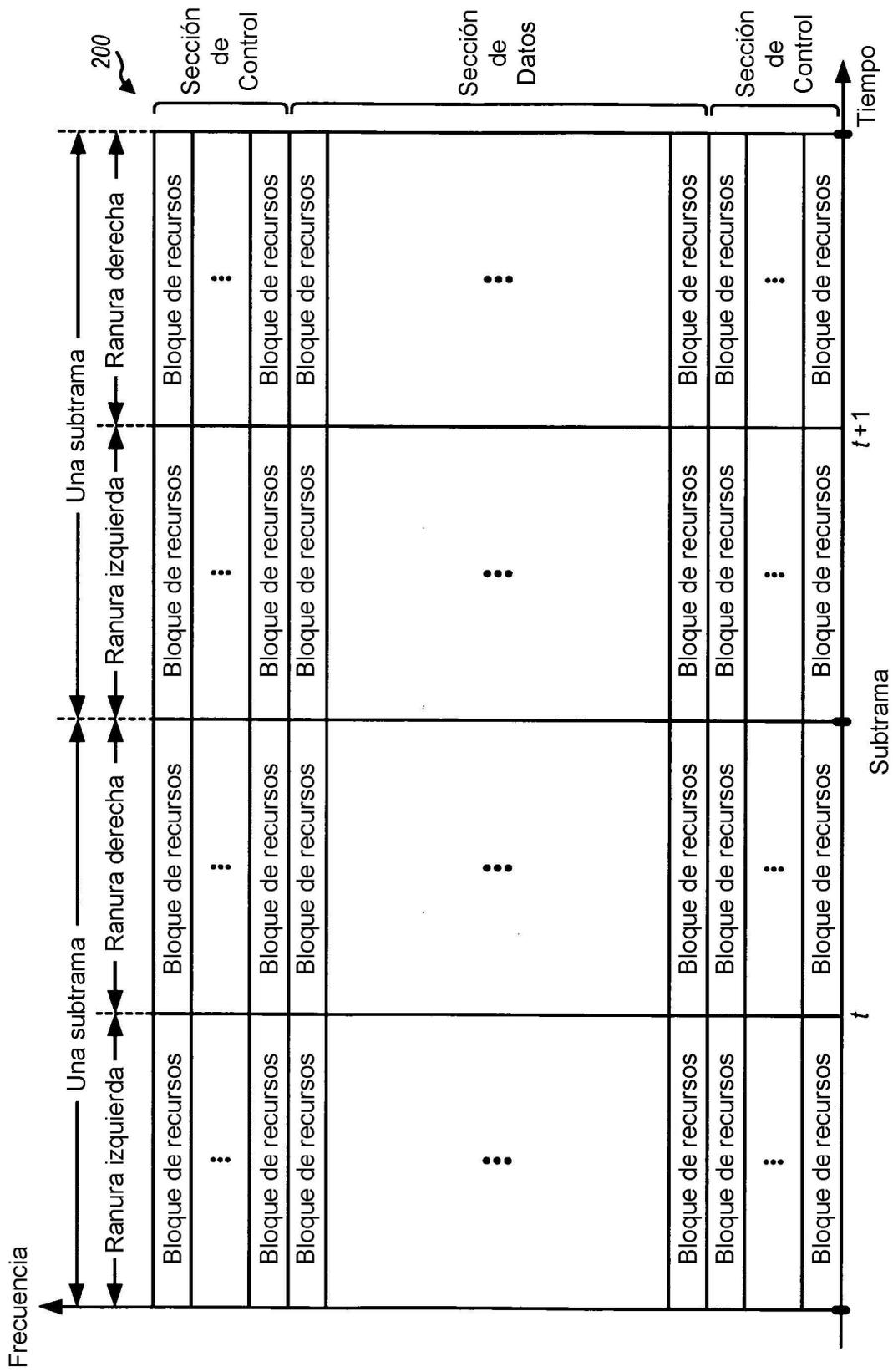
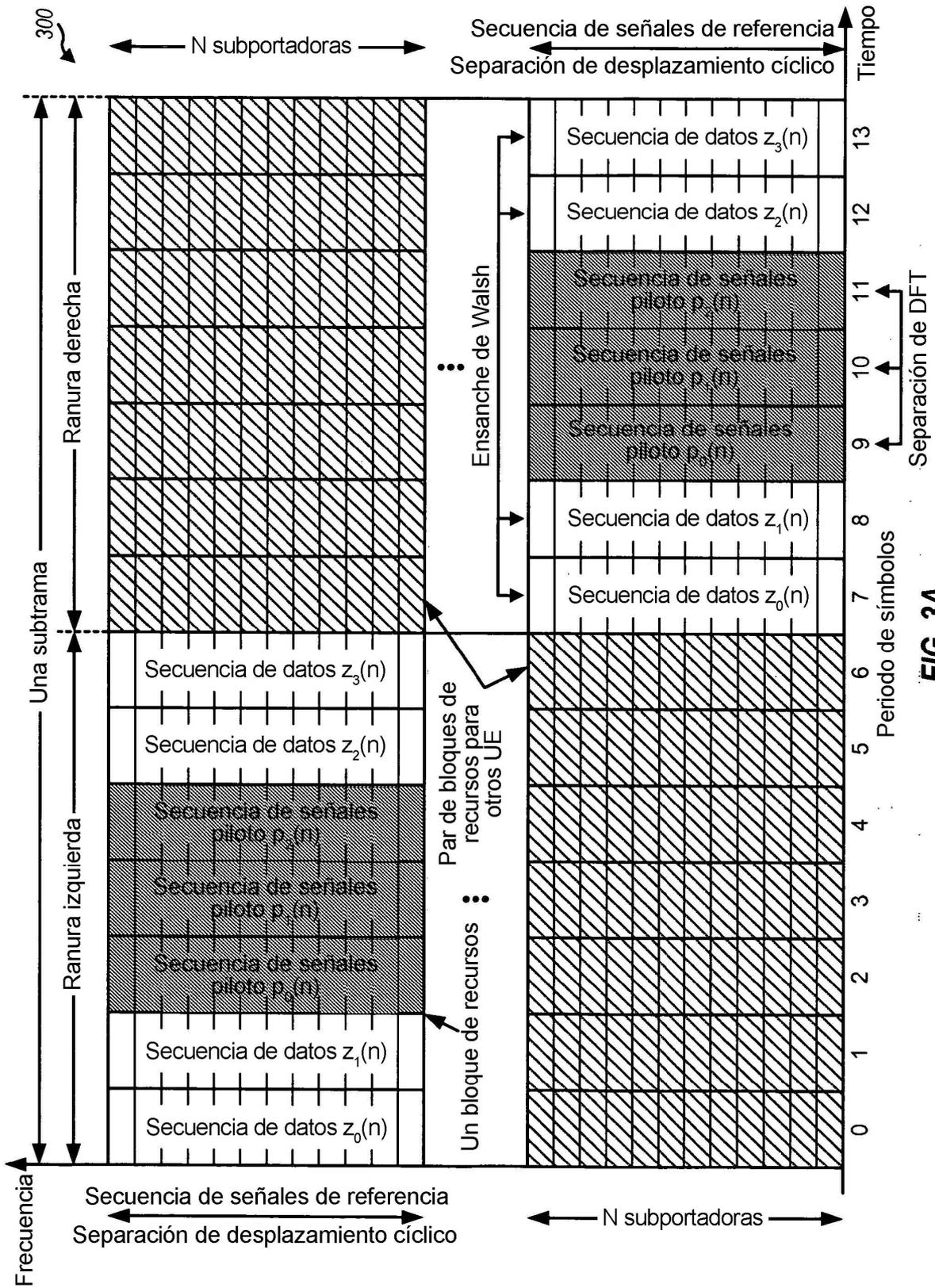


FIG. 2



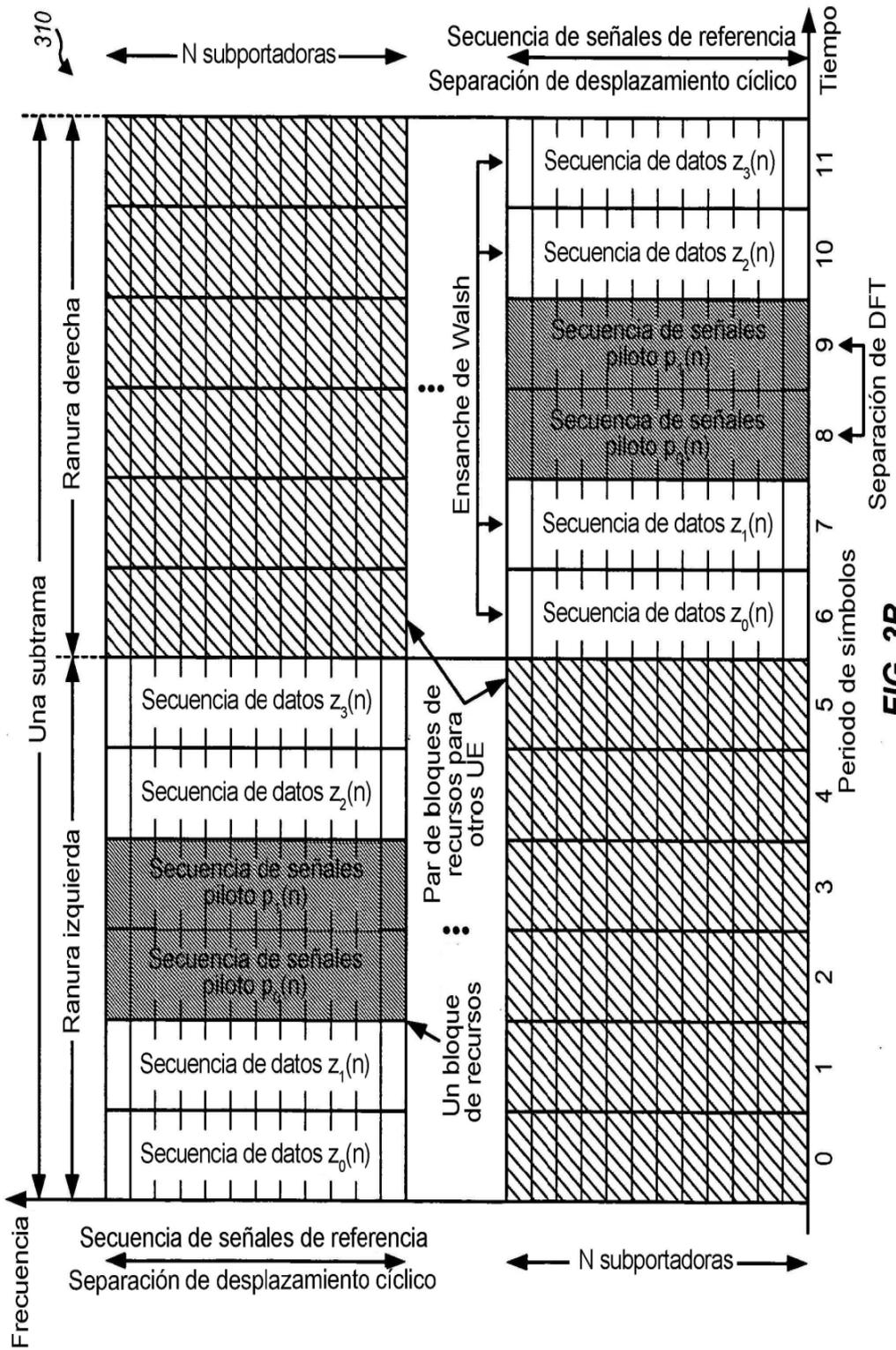


FIG. 3B

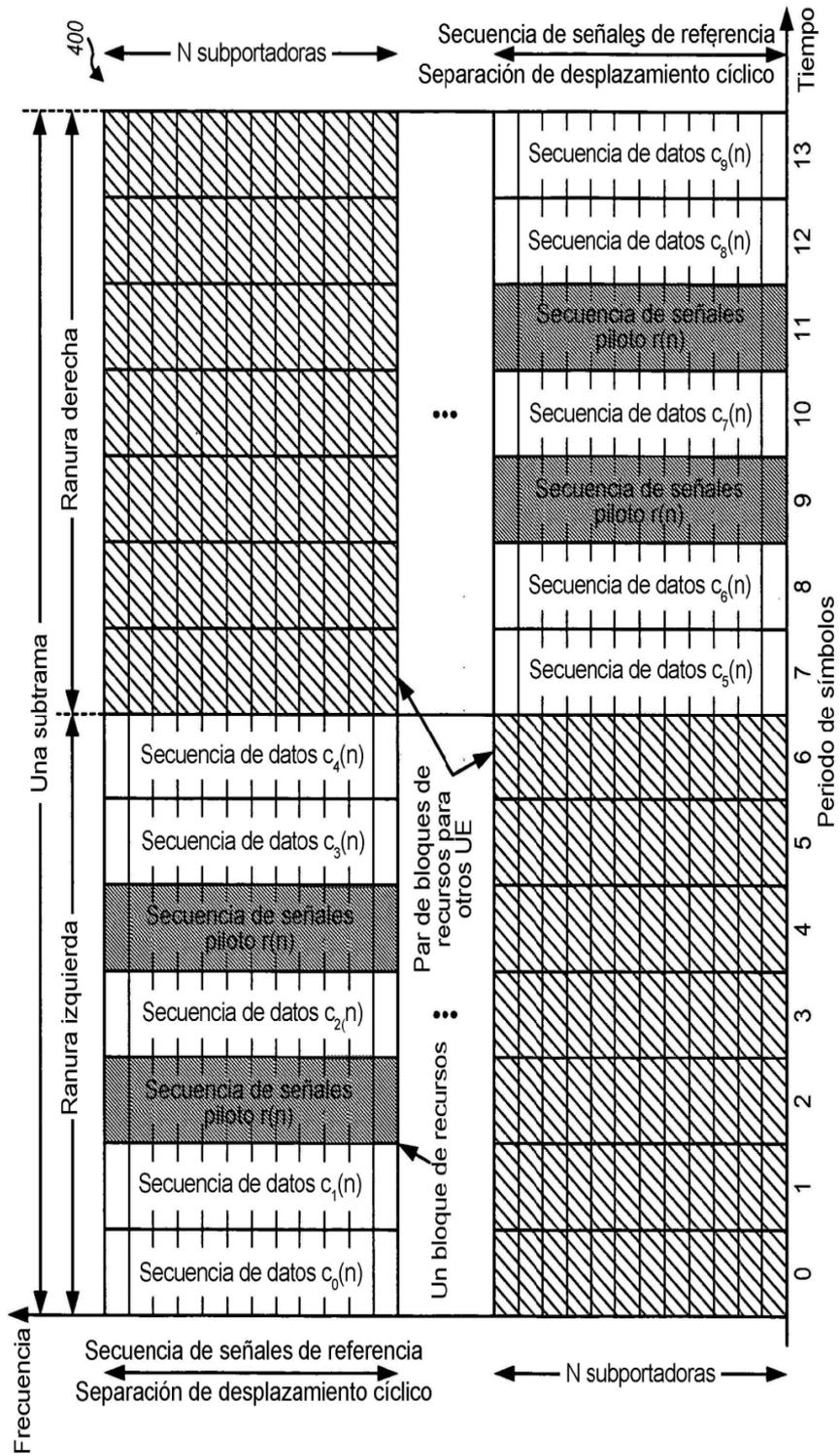


FIG. 4

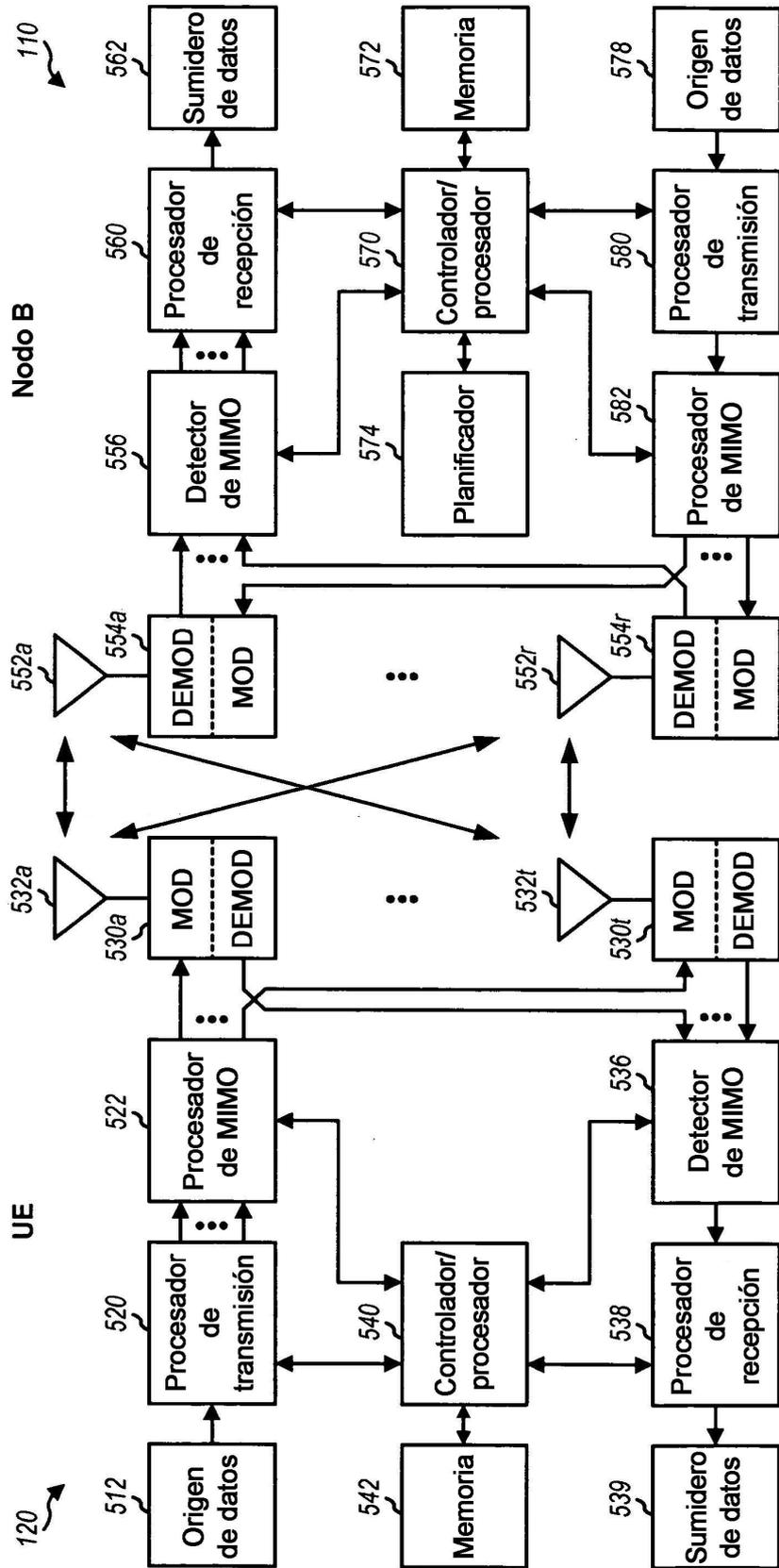


FIG. 5

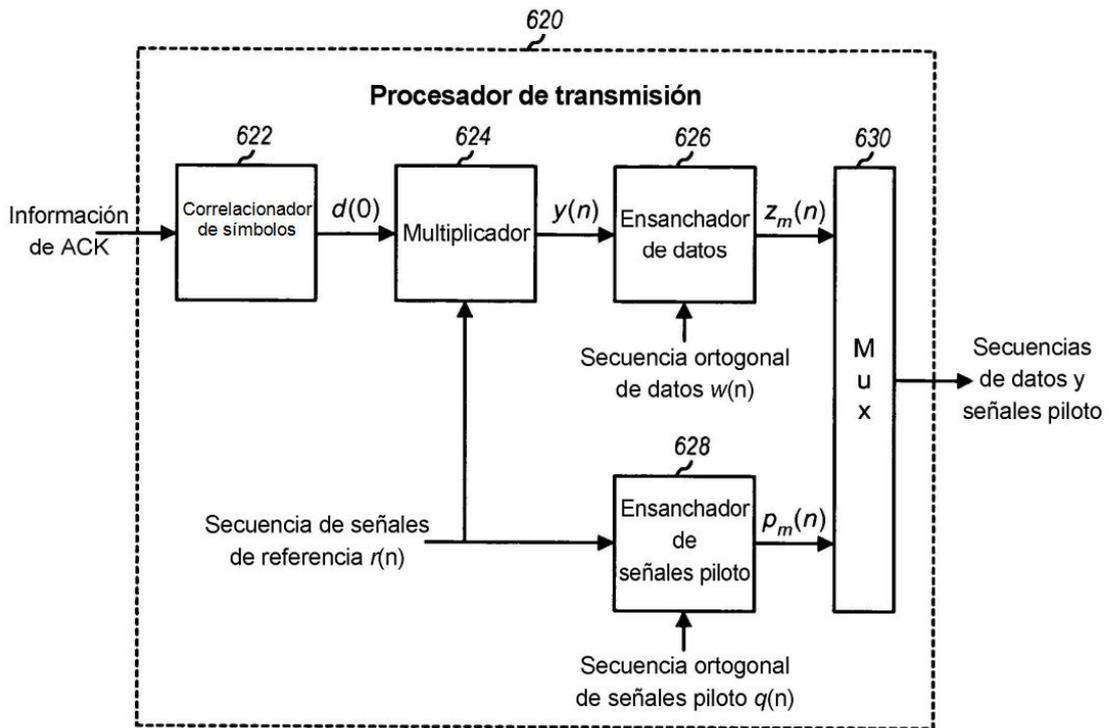


FIG. 6

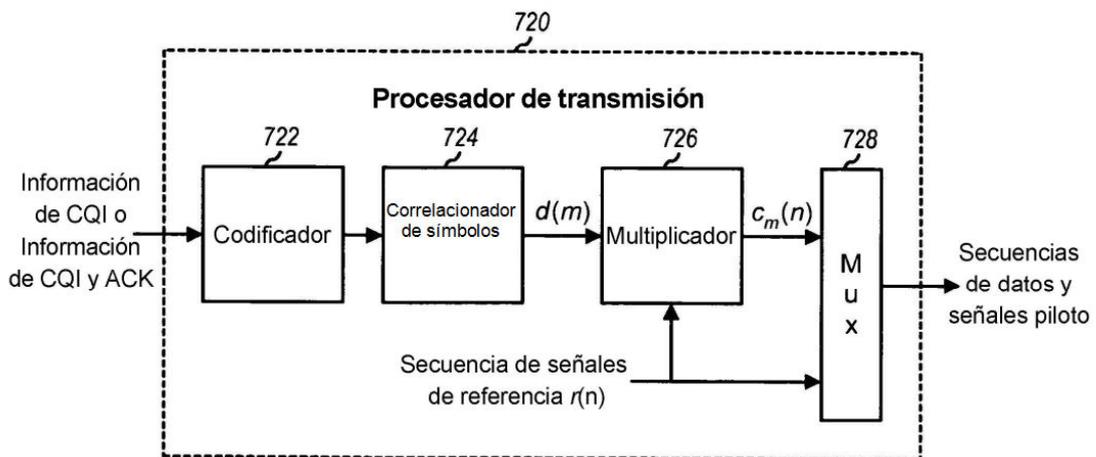


FIG. 7

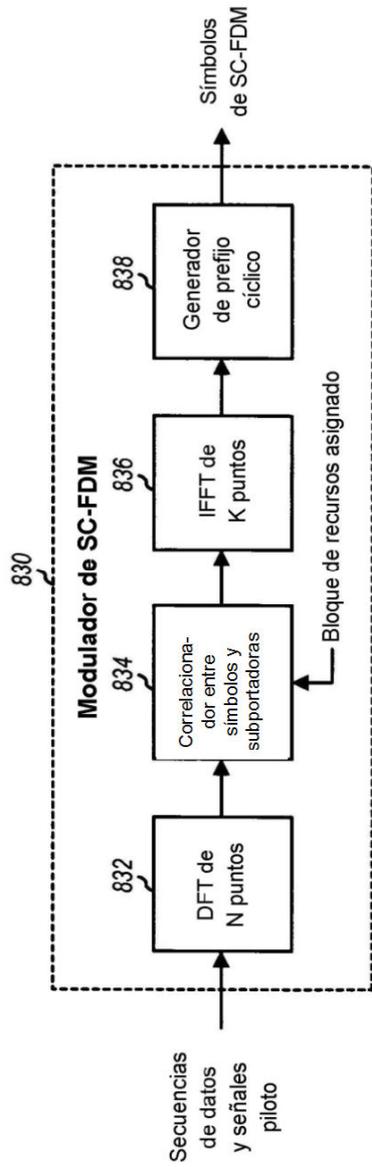


FIG. 8

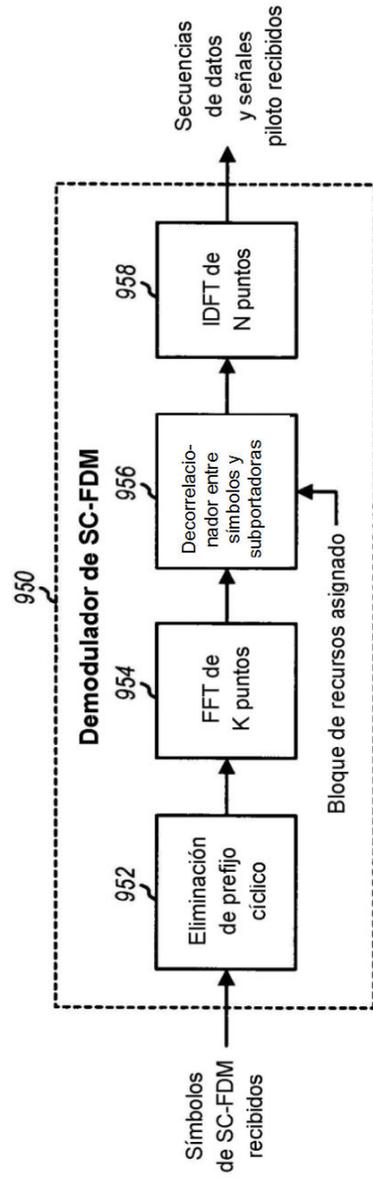
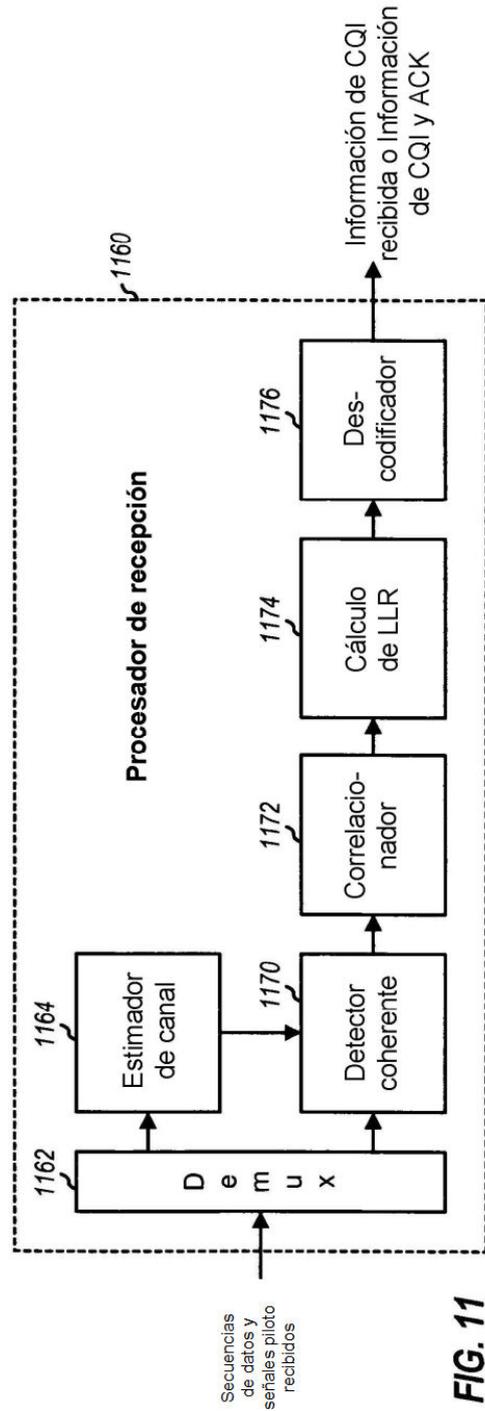
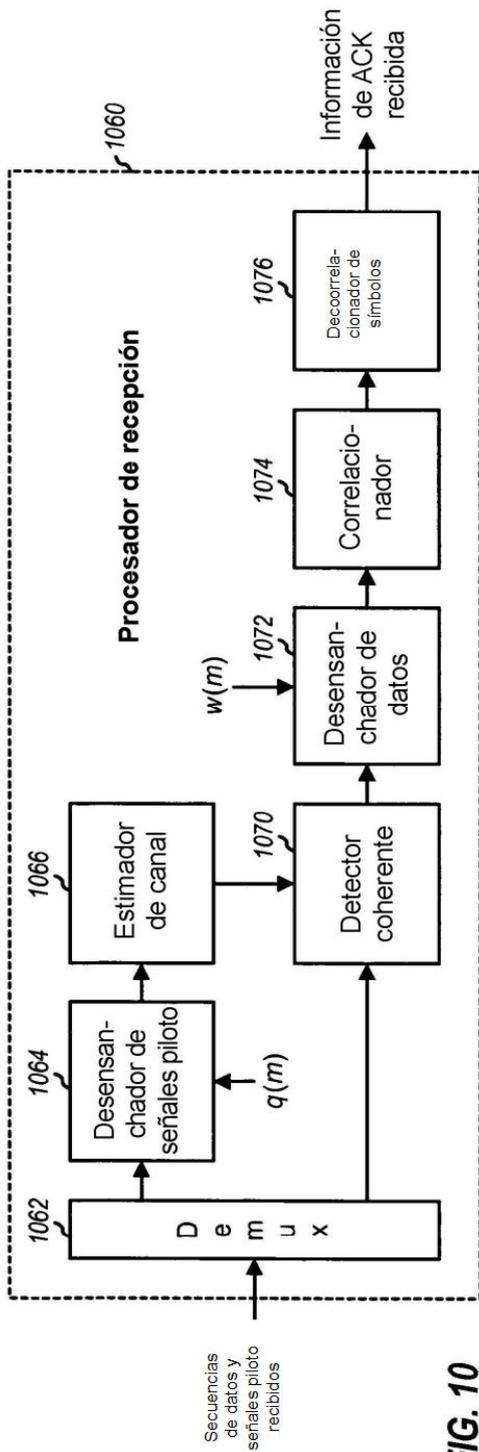


FIG. 9



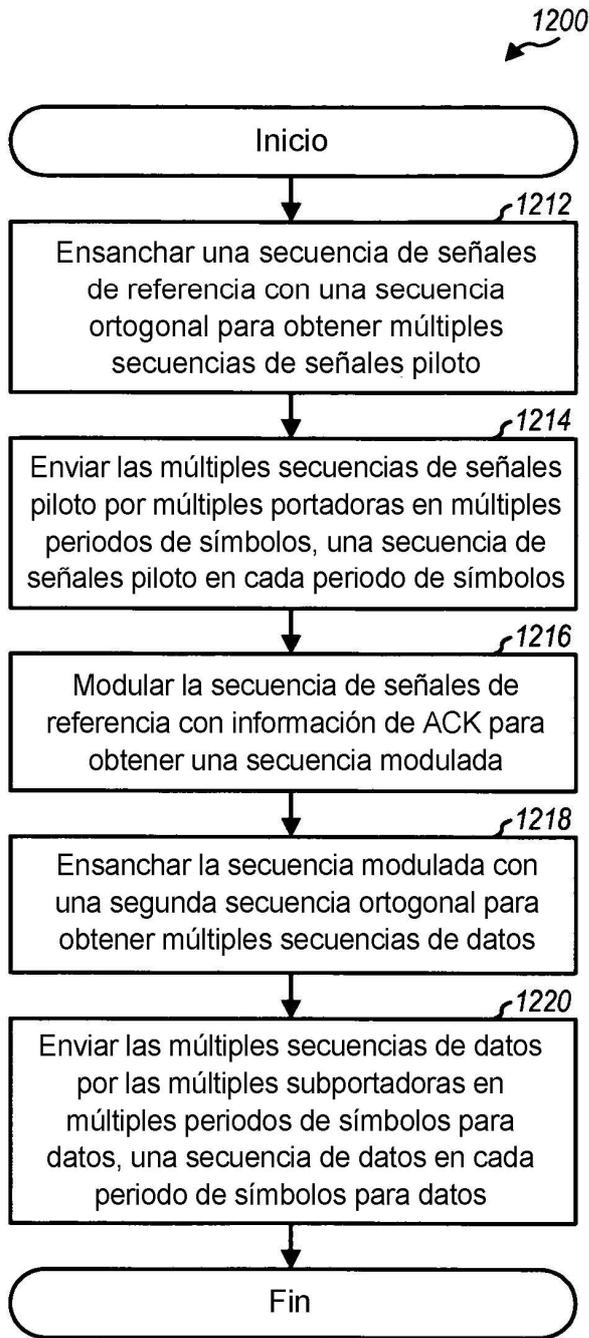


FIG. 12

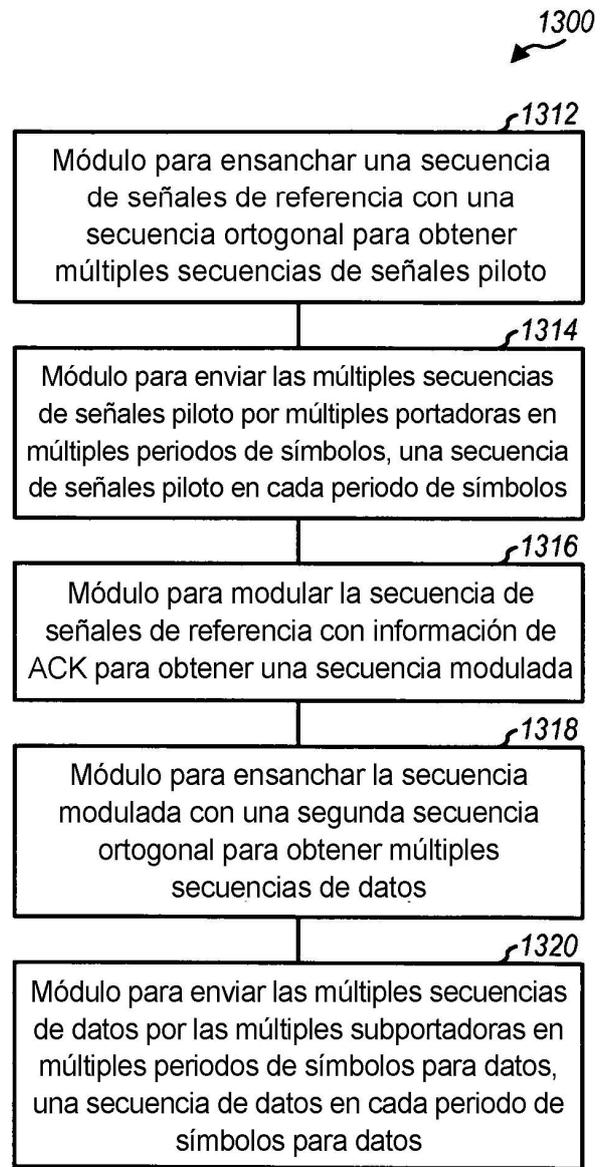


FIG. 13

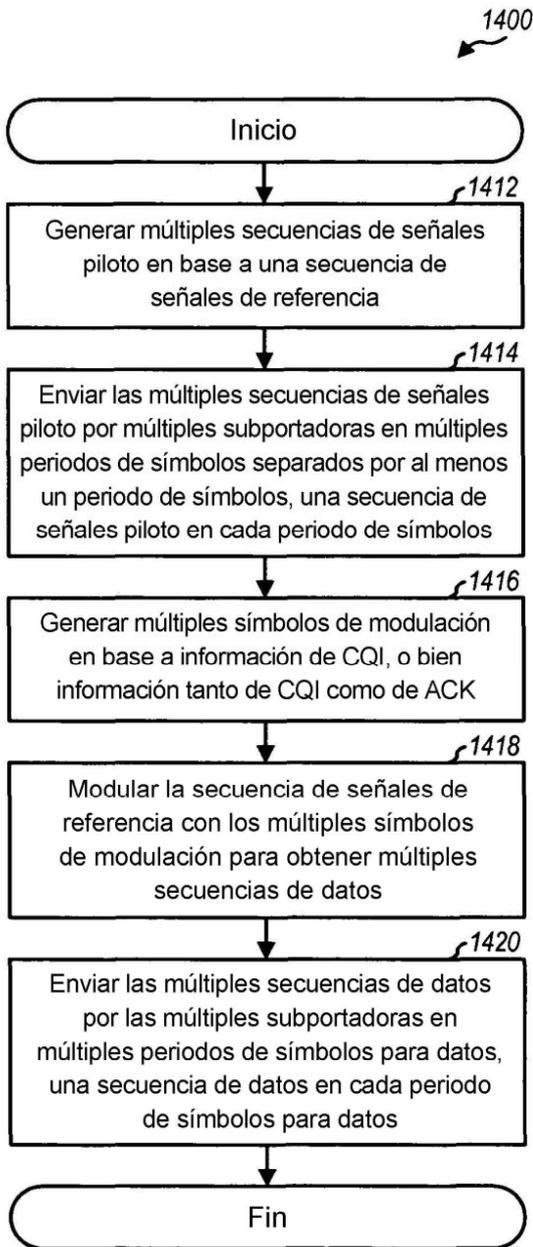


FIG. 14

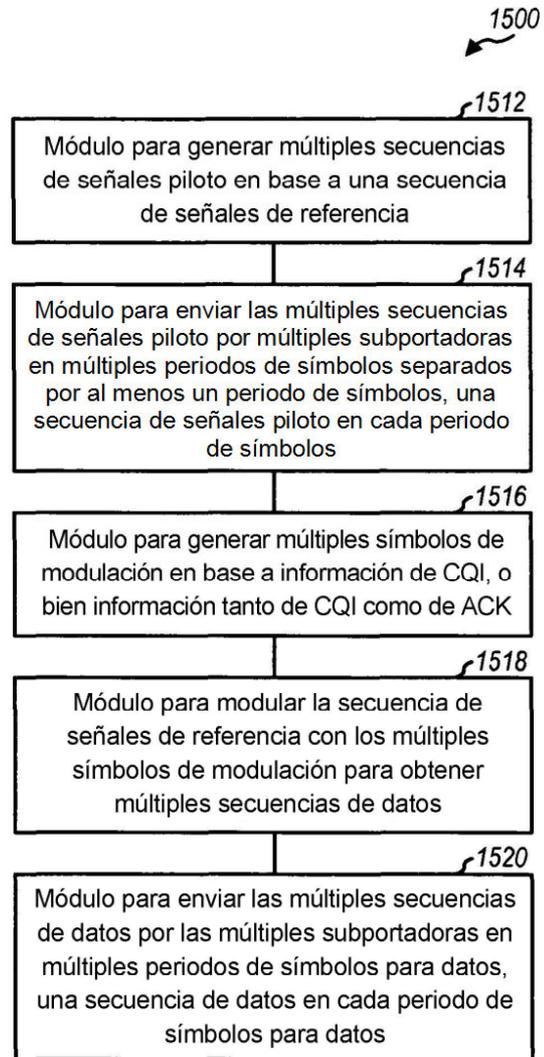


FIG. 15

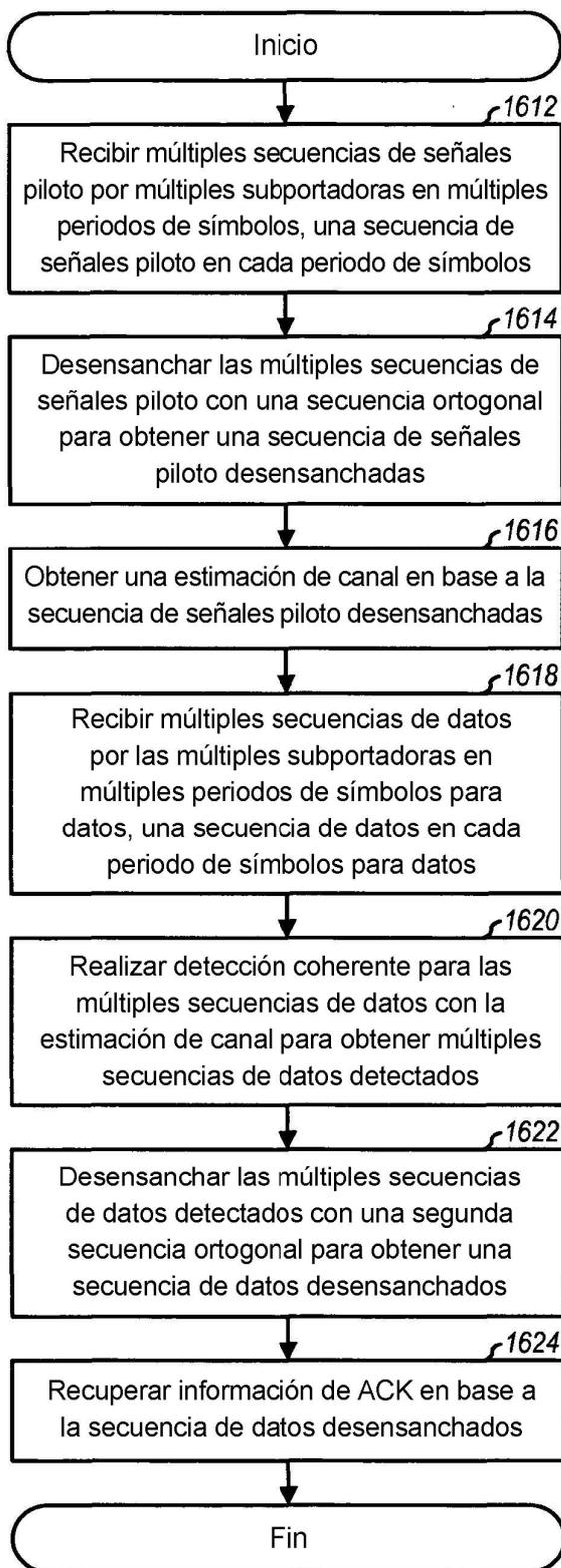


FIG. 16

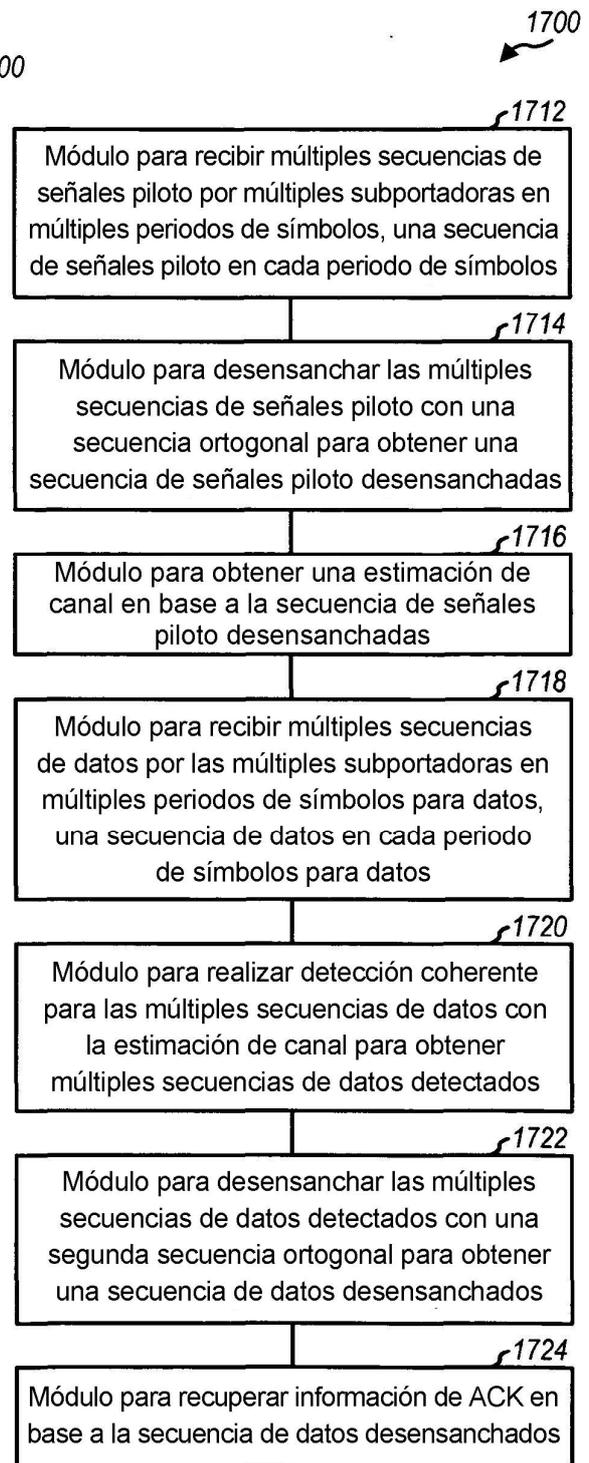


FIG. 17

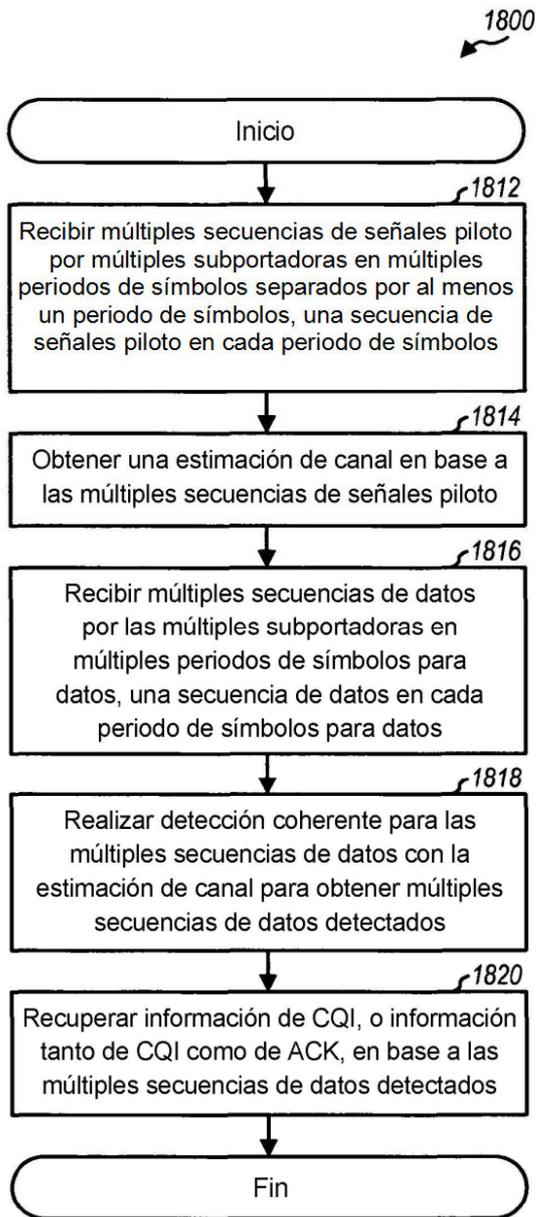


FIG. 18

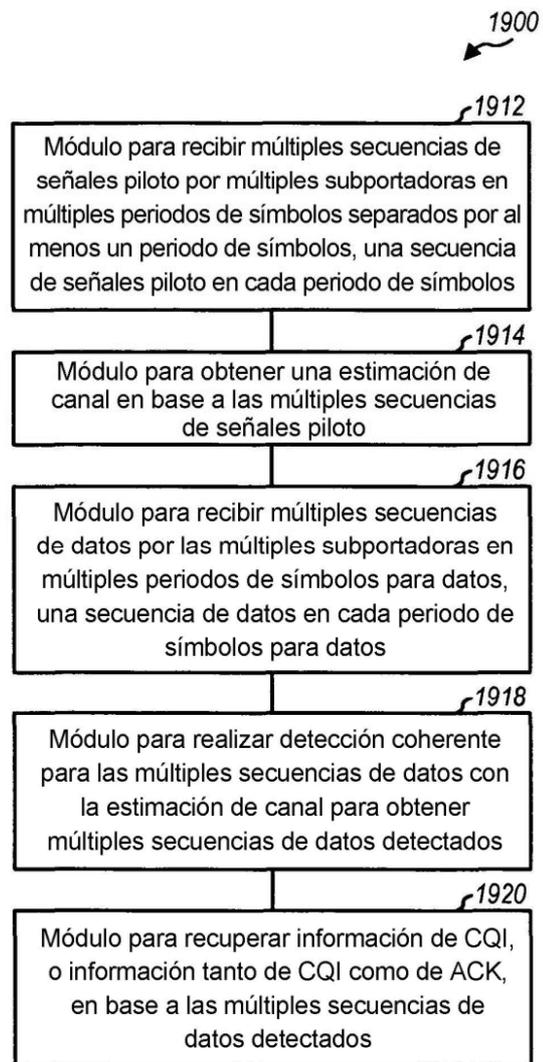


FIG. 19



FIG. 20

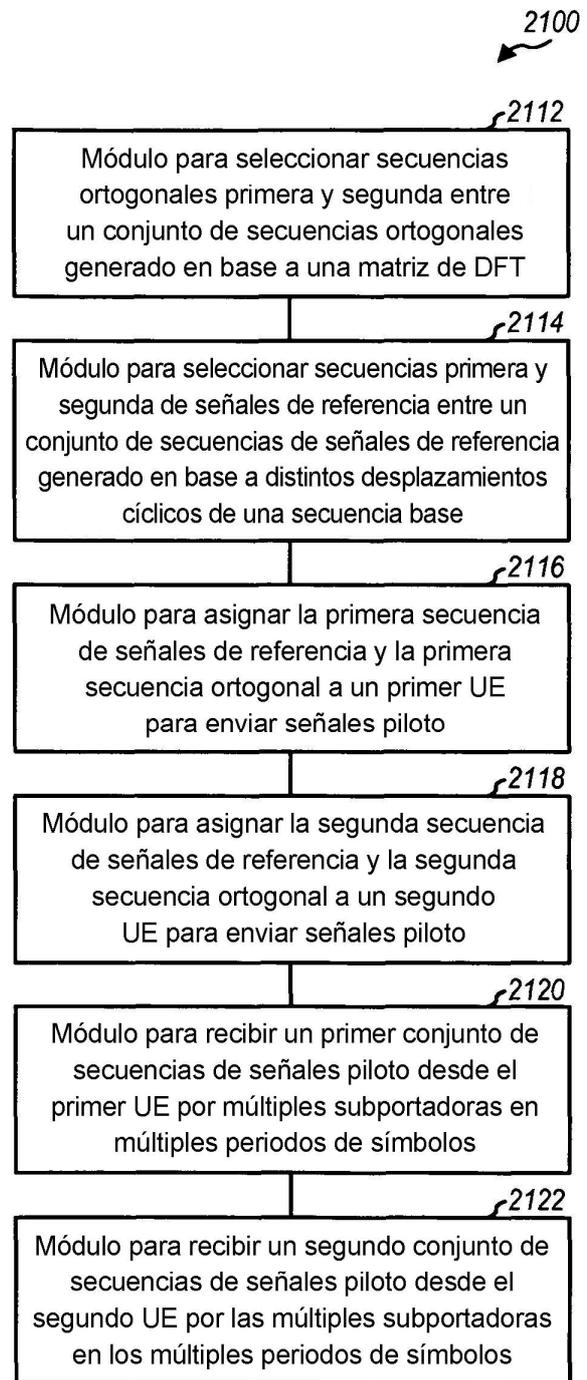


FIG. 21