

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 741 878**

51 Int. Cl.:

**H04L 27/26**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.06.2011 PCT/US2011/038942**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.12.2011 WO11156204**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.06.2011 E 11727581 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2019 EP 2577928**

54 Título: **Evitar líneas espectrales en tonos piloto en la norma IEEE 802.11ac, evitando la matriz R de todos unos**

30 Prioridad:

**31.05.2011 US 201113149432  
07.06.2010 US 352258 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**12.02.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**VAN NEE, DIDIER JOHANNES RICHARD y  
VAN ZELST, ALBERT**

74 Agente/Representante:

**FORTEA LAGUNA, Juan José**

**ES 2 741 878 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**

Evitar líneas espectrales en tonos piloto en la norma IEEE 802.11ac, evitando la matriz R de todos unos

**5 SOLICITUDES RELACIONADAS****CAMPO TÉCNICO**

10 **[0001]** La presente divulgación se refiere en general a sistemas de comunicación. Más específicamente, la presente divulgación se refiere a dispositivos de comunicación para generar y usar una secuencia correlacionada matricialmente.

**ANTECEDENTES**

15 **[0002]** Los sistemas de comunicación están ampliamente extendidos para proporcionar diversos tipos de contenido de comunicación, tales como datos, voz, vídeo y así sucesivamente. Estos sistemas pueden ser sistemas de acceso múltiple capaces de admitir una comunicación simultánea de múltiples dispositivos de comunicación (por ejemplo, dispositivos de comunicación inalámbrica, terminales de acceso, etc.) con uno o más dispositivos de comunicación diferentes (por ejemplo, estaciones base, puntos de acceso, etc.).

20 **[0003]** El uso de dispositivos de comunicación ha aumentado espectacularmente en los últimos pocos años. Los dispositivos de comunicación a menudo proporcionan acceso a una red, tal como una red de área local (LAN) o Internet, por ejemplo. Otros dispositivos de comunicación (por ejemplo, terminales de acceso, ordenadores portátiles, teléfonos inteligentes, reproductores de multimedios, dispositivos de juegos, etc.) pueden comunicarse de manera inalámbrica con dispositivos de comunicación que proporcionan acceso a la red. Algunos dispositivos de comunicación cumplen ciertas normas industriales, tales como las normas 802.11 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) (por ejemplo, Fidelidad Inalámbrica o "Wi-Fi"). Los usuarios de dispositivos de comunicación, por ejemplo, a menudo se conectan a redes inalámbricas usando dichos dispositivos de comunicación.

30 **[0004]** A medida que ha aumentado el uso de dispositivos de comunicación, se están buscando avances en la capacidad, fiabilidad y eficacia de los dispositivos de comunicación. Pueden ser ventajosos sistemas y procedimientos que mejoren la capacidad, fiabilidad y/o eficacia de los dispositivos de comunicación. El documento "Sounding and P matrix Proposal [Sondeo y propuesta de matriz P]" de Vinko Erceg se refiere a los símbolos de Campo de entrenamiento largo de muy alto caudal en la norma IEEE 802.11ac y divulga una propuesta para una matriz P de la DFT de 6x6 en la que la primera fila de la matriz P tiene todos unos.

**SUMARIO**

40 **[0005]** La presente invención está definida en las reivindicaciones independientes.

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

45 **[0006]**  
La figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un dispositivo de comunicación de transmisión y un dispositivo de comunicación de recepción, en la que pueden implementarse sistemas y procedimientos para generar y utilizar una secuencia matricialmente correlacionada;

50 la figura 2 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una trama de comunicación que se puede usar de acuerdo a los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento;

la figura 3 es un diagrama que ilustra un ejemplo más específico de una trama de comunicación que se puede usar de acuerdo a los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento;

55 la Figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra una configuración de un procedimiento para generar una secuencia matricialmente correlacionada;

60 la figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra una configuración más específica de un procedimiento para generar una secuencia matricialmente correlacionada;

la figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra otra configuración de un procedimiento para usar una secuencia matricialmente correlacionada;

la figura 7 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un punto de acceso (AP) y una estación (STA), en la que pueden implementarse sistemas y procedimientos para usar una secuencia matricialmente correlacionada;

5 la figura 8 es un diagrama de bloques de un dispositivo de comunicación que se puede usar en un sistema de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO);

la figura 9 ilustra ciertos componentes que pueden incluirse dentro de un dispositivo de comunicación; y

10 la figura 10 ilustra ciertos componentes que pueden incluirse dentro de un dispositivo de comunicación inalámbrica.

### **DESCRIPCIÓN DETALLADA**

15 **[0007]** Ejemplos de dispositivos de comunicación incluyen las estaciones base o nodos de telefonía celular, los puntos de acceso (AP), las pasarelas inalámbricas y los encaminadores inalámbricos. Un dispositivo de comunicación puede funcionar según ciertas normas industriales, tales como las normas del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n y/o 802.11ac (por ejemplo, Fidelidad Inalámbrica o "Wi-Fi"). Otros ejemplos de normas que puede cumplir un dispositivo de comunicación incluyen la  
20 IEEE 802.16 (por ejemplo, Interoperabilidad mundial para el acceso por microondas o "WiMAX"), Proyecto de colaboración de tercera generación (3GPP), Evolución a Largo Plazo (LTE) del 3GPP y otros (por ejemplo, donde un dispositivo de comunicación puede denominarse nodo B, Nodo B evolucionado (eNB), etc.). Aunque algunos de los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento pueden describirse en cuanto a una o más normas, esto no debería limitar el alcance de la divulgación, ya que los sistemas y procedimientos pueden ser  
25 aplicables a muchos sistemas y/o normas.

**[0008]** Algunos dispositivos de comunicación (por ejemplo, estaciones (STA), terminales de acceso, dispositivos clientes, estaciones clientes, etc.) pueden comunicarse de manera inalámbrica con otros dispositivos de comunicación. Algunos dispositivos de comunicación pueden denominarse estaciones (STA), dispositivos móviles,  
30 estaciones móviles, estaciones de abonado, equipos de usuario (UE), estaciones remotas, terminales de acceso, terminales móviles, terminales, terminales de usuario, unidades de abonado, etc. Ejemplos adicionales de dispositivos de comunicación incluyen ordenadores portátiles o de sobremesa, teléfonos celulares, teléfonos inteligentes, módems inalámbricos, libros electrónicos, dispositivos de tableta, sistemas de juegos, etc. Algunos de estos dispositivos de comunicación pueden funcionar de acuerdo a una o más normas industriales, como se ha descrito anteriormente. Así pues, la expresión general "dispositivo de comunicación" puede incluir dispositivos de  
35 comunicación descritos con nomenclaturas variables según las normas industriales (por ejemplo, estación (STA), terminal de acceso, equipo de usuario (UE), terminal remoto, punto de acceso (AP), estación base, nodo B, nodo B evolucionado (eNB), etc.).

40 **[0009]** Algunos dispositivos de comunicación pueden ser capaces de proporcionar acceso a una red de comunicaciones. Ejemplos de redes de comunicaciones incluyen, pero no están limitados a, una red telefónica (por ejemplo, una red "terrestre", tal como la red telefónica pública conmutada (PSTN) o una red de telefonía celular), Internet, una red de área local (LAN), una red de área amplia (WAN), una red de área metropolitana (MAN), etc.

45 **[0010]** Habría que señalar que los términos "par", "acoplamiento", "acoplado" u otras variaciones de la palabra par, como se usa en el presente documento, pueden indicar bien una conexión indirecta o bien una conexión directa. Por ejemplo, si un primer componente está "acoplado" a un segundo componente, el primer componente puede estar indirectamente conectado (por ejemplo, mediante otro componente) al segundo componente o  
50 conectado directamente al segundo componente. Además, se debería tener en cuenta que, tal como se usa en el presente documento, designar un componente, elemento o entidad como un "primer", "segundo", "tercer" o "cuarto" componente puede ser arbitrario y se utiliza para distinguir componentes, elementos o entidades, por claridad explicativa. También se debería tener en cuenta que las etiquetas utilizadas para designar un "segundo", "tercero" o "cuarto", etc., no necesariamente implican que los elementos que usan las etiquetas anteriores "primero",  
55 "segundo" o "tercero", etc., estén incluidos o utilizados. Por ejemplo, simplemente porque un elemento o componente está etiquetado como un "tercer" componente no implica necesariamente que los elementos o componentes "primero" y "segundo" existan o se usen. En otras palabras, las etiquetas numéricas (por ejemplo, primera, segunda, tercera, cuarta, etc.) son etiquetas que se utilizan para facilitar la explicación y no implican necesariamente un número particular de elementos, un orden particular o una estructura particular. Por lo tanto, las entidades pueden ser etiquetadas o numeradas de cualquier manera.

60 **[0011]** El trabajo actual del grupo IEEE 802,11 implica normalizar una versión nueva y más rápida de la norma 802.11, con el nombre VHT (muy alto caudal). Esta extensión puede denominarse 802.11ac. También se está considerando el uso de ancho de banda (BW) de señal adicional, tal como transmisiones que usan 80 megahercios (MHz) y 160 MHz. Se pueden usar preámbulos de capa física (PHY) que admiten tanto un ancho de banda de  
65 señal aumentado como la compatibilidad con las versiones anteriores 802.11n, 802.11a y 802.11.

**[0012]** Una trama de la norma 802.11ac con un preámbulo se puede estructurar incluyendo varios campos. En una configuración, una trama de la norma 802.11ac puede incluir un campo de entrenamiento corto heredado o campo de entrenamiento corto no de alto caudal (L-STF), un campo de entrenamiento largo heredado o campo de entrenamiento largo no de alto caudal (L-LTF), un campo de señal heredado o campo de señal no de alto caudal (L-SIG), uno o más campos de señal de muy alto caudal A (VHT-SIG-A), un campo de entrenamiento corto de muy alto caudal (VHT-STF), uno o más campos de entrenamiento largos de muy alto caudal (VHT-LTF), un campo de señal de muy alto caudal B (VHT-SIG-B) y un campo de datos (por ejemplo, DATA o VHT-DATA). En algunas configuraciones, se pueden usar múltiples VHT-SIG-A (por ejemplo, un VHT-SIG-A1 y un VHT-SIG-A2).

**[0013]** Los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento describen dispositivos de comunicación para generar y usar una secuencia matricialmente correlacionada. En algunas configuraciones, los sistemas y procedimientos divulgados en este documento pueden aplicarse a las especificaciones IEEE 802.11. En una conferencia del IEEE, se adoptó una matriz de transformación de Fourier discreta (DFT) de tamaño seis por seis (por ejemplo, 6x6) como una matriz P (o "matriz P", por ejemplo) para cinco o seis flujos espacio-temporales (en total). Además, se adoptó una moción para usar una matriz R (o "matriz R", por ejemplo) para la correlación de señales piloto en un campo de entrenamiento largo de muy alto caudal (VHT-LTF), donde R comprende  $N_{STS}$  réplicas de la primera fila de P y  $N_{STS}$  es una serie de flujos espacio-temporales.

**[0014]** Una de las razones para elegir esta matriz R era evitar las líneas espectrales en las señales piloto, lo que sucedería si R tuviera todos unos. Sin embargo, R tiene todos unos para el caso de seis VHT-LTF, ya que la primera fila de la matriz P de tamaño seis por seis (por ejemplo, la matriz de la DFT) consta de unos solamente cuando no se utilizan los sistemas y procedimientos divulgados en este documento. Sin embargo, los sistemas y procedimientos divulgados en este documento pueden resolver este problema multiplicando una o más columnas de la matriz P (por ejemplo, la matriz de la DFT) por -1.

**[0015]** En una configuración, por ejemplo, dos columnas de una matriz P de tamaño seis por seis pueden multiplicarse por -1. Un ejemplo de una matriz P modificada de tamaño seis por seis se ilustra en la Ecuación (1).

$$P_{6 \times 6} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 & 1 & 1 & -1 \\ 1 & -w^1 & w^2 & w^3 & w^4 & -w^5 \\ 1 & -w^2 & w^4 & w^6 & w^8 & -w^{10} \\ 1 & -w^3 & w^6 & w^9 & w^{12} & -w^{15} \\ 1 & -w^4 & w^8 & w^{12} & w^{16} & -w^{20} \\ 1 & -w^5 & w^{10} & w^{15} & w^{20} & -w^{25} \end{bmatrix} \quad (1)$$

En la ecuación (1),  $P_{6 \times 6}$  es la matriz P y  $w = \exp\left(\frac{-j2\pi}{6}\right)$  se puede observar que la primera fila de  $P_{6 \times 6}$  en la ecuación (1) puede ser igual a la primera fila de una matriz de P de tamaño cuatro por cuatro {1,-1,1,1}, con los dos primeros valores repetidos al final. Cabe señalar que multiplicar cualquier columna por -1 no cambia la ortogonalidad de la matriz P.

**[0016]** Se pueden utilizar otras matrices P alternativas, de acuerdo a los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento. Sin embargo, la matriz P modificada ilustrada en la Ecuación (1) puede ser una opción lógica, ya que reutiliza una matriz P existente de tamaño cuatro por cuatro (por ejemplo, 4x4) que también puede usarse para una matriz P de tamaño ocho por ocho (8x8). Sin embargo, se pueden usar muchas alternativas según la configuración. Se pueden crear otras alternativas multiplicando cualquier columna o número de columnas de una matriz P original de tamaño seis por seis (por ejemplo, 6x6) por -1. Un ejemplo de una alternativa se ilustra en la ecuación (2).

$$P_{6 \times 6} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -w^1 & w^2 & w^3 & -w^4 & -w^5 \\ 1 & -w^2 & w^4 & w^6 & -w^8 & -w^{10} \\ 1 & -w^3 & w^6 & w^9 & -w^{12} & -w^{15} \\ 1 & -w^4 & w^8 & w^{12} & -w^{16} & -w^{20} \\ 1 & -w^5 & w^{10} & w^{15} & -w^{20} & -w^{25} \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$w = \exp\left(\frac{-j2\pi}{6}\right)$$

**[0017]** En la ecuación (2),  $P_{6 \times 6}$  es otro ejemplo de una matriz P y  $w = \exp\left(\frac{-j2\pi}{6}\right)$ . En este ejemplo, la primera fila es igual a una primera fila de la matriz P de tamaño cuatro por cuatro (por ejemplo,  $4 \times 4$ )  $\{1, -1, 1, 1\}$  con dos valores -1 agregados. Este ejemplo proporciona un componente de corriente continua (DC) cero en la primera fila que minimiza la línea espectral.

5

**[0018]** Ahora se describen diversas configuraciones con referencia a las figuras, donde los números iguales de referencia pueden indicar elementos funcionalmente similares. Los sistemas y procedimientos, según se describen y se ilustran en general en las figuras en el presente documento, pueden disponerse y diseñarse en una amplia diversidad de configuraciones diferentes. Por lo tanto, la siguiente descripción más detallada de varias configuraciones, según lo representado en las figuras, no pretende limitar el alcance, según lo reivindicado, sino que es simplemente representativa de los sistemas y procedimientos.

10

**[0019]** La Figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un dispositivo de comunicación de transmisión 102 y un dispositivo de comunicación de recepción 134, en la que se pueden implementar sistemas y procedimientos para generar y usar una secuencia matricialmente correlacionada. Los ejemplos del dispositivo de comunicación de transmisión 102 pueden incluir puntos de acceso, terminales de acceso, estaciones base, equipos de usuario (UE), estaciones (STA), etc. Los ejemplos del dispositivo de comunicación de recepción 134 pueden incluir puntos de acceso, terminales de acceso, estaciones base, equipos de usuario (UE), estaciones (STA), etc. El dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede incluir un bloque/módulo de generación de secuencias 104, un bloque/módulo de inserción de señal piloto 106, un bloque/módulo de correlación 108, un bloque/módulo de desplazamiento cíclico 114, un bloque/módulo de correlación espacial 116, un bloque/módulo de Transformación de Fourier discreta inversa (IDFT) 118, un bloque/módulo de intervalo de guarda 120, uno o más bloques de radiofrecuencia de transmisión 122, una o más antenas 128a a 128n, un generador de ruido pseudoaleatorio 124 y/o un generador de señal piloto 126.

15

20

25

**[0020]** Cabe señalar que uno o más de los elementos 104, 106, 108, 114, 116, 118, 120, 122, 124, 126 incluidos en el dispositivo de comunicación de transmisión 102 pueden implementarse en hardware, software o una combinación de ambos. Por ejemplo, uno o más de los elementos 104, 106, 108, 114, 116, 118, 120, 122, 124, 126 incluidos en el dispositivo de comunicación de transmisión 102 pueden implementarse como circuitos (por ejemplo, circuitos integrados, circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), un procesador, etc.) y/o utilizando un procesador e instrucciones. Por ejemplo, los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento pueden implementarse utilizando un procesador y/o pueden estar codificados en hardware en un nivel de transferencia de registro (RTL) en un dispositivo de comunicación (por ejemplo, dispositivo de comunicación de transmisión 102, dispositivo de comunicación de recepción 134, etc.). Además, el término "bloque/módulo" puede utilizarse para indicar que un elemento particular puede implementarse en hardware, software o una combinación de ambos.

30

35

**[0021]** También se debería tener en cuenta que, aunque algunos de los elementos 104, 106, 108, 114, 116, 118, 120, 122, 124, 126 pueden ilustrarse como un solo bloque, uno o más de los elementos 104, 106, 108, 114, 116, 118, 120, 122, 124, 126 ilustrados pueden comprender múltiples bloques/módulos paralelos en algunas configuraciones. Por ejemplo, los múltiples bloques/módulos de generación de secuencias 104, los múltiples bloques/módulos de inserción de señales piloto 106, los múltiples bloques/módulos de correlación 108, los múltiples bloques/módulos de desplazamientos cíclicos 114, los múltiples bloques/módulos de correlación espacial 116, los múltiples bloques/módulos de transformaciones de Fourier discretas inversas 118, los múltiples bloques/módulos de intervalos de protección 120 y/o los múltiples bloques de radiofrecuencia de transmisión 122 se pueden usar para formar múltiples trayectos en algunas configuraciones.

40

45

**[0022]** Por ejemplo, los flujos independientes 130 (por ejemplo, los flujos espacio-temporales 130, los flujos espaciales 130, etc.) pueden generarse y/o transmitirse utilizando trayectos independientes. En algunas implementaciones, estos trayectos se implementan con hardware diferente, mientras que en otras implementaciones, el hardware del trayecto se reutiliza para más de un flujo 130 o la lógica del trayecto se implementa en software que se ejecuta para uno o más flujos 130. Más específicamente, cada uno de los elementos ilustrados en el dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede implementarse como un único bloque/módulo o como múltiples bloques/módulos.

50

55

**[0023]** El bloque/módulo de generación de secuencias 104 puede generar una o más secuencias (por ejemplo, secuencias de entrenamiento, "datos de VHT-LTF", "secuencias de VHT-LTF", etc.). Por ejemplo, el bloque/módulo de generación de secuencias 104 puede generar una o más secuencias de entrenamiento para cada VHT-LTF a transmitir en una trama. En algunas configuraciones, el bloque/módulo de generación de secuencias 104 puede generar una secuencia en el dominio de frecuencia basándose en una magnitud del ancho de banda de transmisión. Por ejemplo, se pueden generar diferentes secuencias basándose en si se asignan 20 megahercios (MHz), 40 MHz, 80 MHz o 160 MHz de ancho de banda para su transmisión. La(s) secuencia(s) se puede(n) proporcionar al bloque/módulo de inserción de señal piloto 106.

60

**[0024]** El generador de señal piloto 126 puede generar una secuencia piloto. Una secuencia piloto puede ser un grupo de símbolos piloto. En una configuración, por ejemplo, los valores en la secuencia piloto pueden representarse mediante una señal con una fase, amplitud y/o frecuencia particulares. Por ejemplo, un "1" puede indicar un símbolo piloto con una fase y/o amplitud particular, mientras que un "-1" puede indicar un símbolo piloto con una fase y/o amplitud diferente (por ejemplo, opuesta o inversa).

**[0025]** El dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede incluir un generador de ruido pseudoaleatorio 124 en algunas configuraciones. El generador de ruido pseudoaleatorio 124 puede generar una secuencia o señal de ruido pseudoaleatorio (por ejemplo, valores), usada para aleatorizar la secuencia piloto. Por ejemplo, la secuencia piloto para símbolos sucesivos de multiplexado por división ortogonal de frecuencia (OFDM) se puede multiplicar por números sucesivos de la secuencia de ruido pseudoaleatorio, aleatorizando por ello la secuencia piloto por cada símbolo de OFDM.

**[0026]** Un bloque/módulo de inserción de señal piloto 106 inserta tonos piloto en las subportadoras de tonos piloto 132. Por ejemplo, la secuencia piloto puede asignarse a subportadoras 132 en índices particulares. Por ejemplo, los símbolos piloto de la secuencia piloto (aleatorizada) se pueden correlacionar con subportadoras 132 que están intercaladas con subportadoras de datos 132 y/u otras subportadoras 132. En otras palabras, la secuencia o señal piloto puede combinarse con la secuencia o señal de datos. En algunas configuraciones, uno o más tonos de corriente continua (CC) pueden estar centrados en un índice 0 de subportadora. El bloque/módulo de inserción de señal piloto 106 puede aplicar rotación de fase a la señal combinada (por ejemplo, a una o más subbandas de 20 MHz) en algunas configuraciones.

**[0027]** La señal combinada de datos y piloto pueden proporcionarse al bloque/módulo de correlación 108. El bloque/módulo de correlación 108 puede aplicar correlación matricial a los tonos de datos (por ejemplo, una secuencia de entrenamiento) y/o a los tonos piloto (por ejemplo, secuencia de piloto) incluidos en la señal combinada para producir una señal matricialmente correlacionada. El bloque/módulo de correlación 108 puede incluir una primera matriz 110 y/o una segunda matriz 112. Por comodidad, se ilustra la primera matriz 110 y puede denominarse matriz P 110. Además, se ilustra la segunda matriz 112 y puede denominarse matriz R 112. Sin embargo, debería observarse que la primera matriz 110 y la segunda matriz 112 pueden mencionarse de manera diferente en otras configuraciones. Debería observarse que la funcionalidad del bloque/módulo de correlación 108, la matriz P 110 y/o la matriz R 112 pueden implementarse utilizando un procesador y/o codificarse directamente en un RTL en el dispositivo de comunicación de transmisión 102, en algunas configuraciones.

**[0028]** En un ejemplo, la primera matriz 110 (por ejemplo, la matriz P 110) proporciona una correlación para los tonos de datos (por ejemplo, secuencia, secuencia de entrenamiento, etc.) en uno o más campos de entrenamiento largos de muy alto canal (VHT-LTF). La primera matriz 110 (por ejemplo, la matriz P 110) puede tener al menos una de sus 110 columnas multiplicada por -1. Por ejemplo, la primera matriz 110 puede ser una matriz  $P_{original}$  de la DFT que ha tenido una o más de sus columnas multiplicadas por -1, donde  $P_{original}$  se da en la Ecuación (3).

$$P_{original} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & w^1 & w^2 & w^3 & w^4 & w^5 \\ 1 & w^2 & w^4 & w^6 & w^8 & w^{10} \\ 1 & w^3 & w^6 & w^9 & w^{12} & w^{15} \\ 1 & w^4 & w^8 & w^{12} & w^{16} & w^{20} \\ 1 & w^5 & w^{10} & w^{15} & w^{20} & w^{25} \end{bmatrix} \quad (3)$$

En la Ecuación (3),  $w = \exp\left(\frac{-j2\pi}{6}\right)$ . Un ejemplo específico de la primera matriz 110 (por ejemplo, la matriz P 110)

$$P_{6 \times 6} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 & 1 & 1 & -1 \\ 1 & -w^1 & w^2 & w^3 & w^4 & -w^5 \\ 1 & -w^2 & w^4 & w^6 & w^8 & -w^{10} \\ 1 & -w^3 & w^6 & w^9 & w^{12} & -w^{15} \\ 1 & -w^4 & w^8 & w^{12} & w^{16} & -w^{20} \\ 1 & -w^5 & w^{10} & w^{15} & w^{20} & -w^{25} \end{bmatrix}$$

es como se indica anteriormente en la Ecuación (1). El ejemplo dado en la Ecuación (1) se puede usar porque la primera fila de  $P_{6 \times 6}$  en la Ecuación (1) puede ser igual a la primera fila de una matriz P de tamaño cuatro por cuatro {1,-1,1,1}, con los dos primeros valores repetidos al final. Cabe señalar que multiplicar cualquier columna por -1 no cambia la ortogonalidad de la matriz P 110. Otro ejemplo específico de la primera matriz 110 (por ejemplo, matriz P 110) se da más arriba en la Ecuación (2).

5 [0029] Los tonos de datos (por ejemplo, secuencia de entrenamiento, secuencia VHT-LTF) en la señal combinada pueden multiplicarse por elementos de la matriz P 110. Por ejemplo, cada columna de la matriz P 110 puede corresponder a un VHT-LTF y cada fila de la matriz P 110 puede corresponder a un flujo 130. Por lo tanto, el ejemplo de la matriz P 110 dada en la Ecuación (1) se puede aplicar a seis secuencias (por ejemplo, seis VHT-LTF) en seis flujos 130 (por ejemplo, flujos espaciales 130 o flujos espacio-temporales 130). Más específicamente, por ejemplo, los tonos de datos en un primer VHT-LTF en un primer flujo 130 se pueden multiplicar por el elemento en la primera columna y la primera fila de la matriz P 110. Además, los tonos de datos en un segundo VHT-LTF en un primer flujo pueden ser multiplicados por el segundo elemento en la primera fila de la matriz P 110 y así sucesivamente. Debería observarse que se puede aplicar una matriz P 110 de tamaño seis por seis cuando se utilizan cinco o seis flujos 130 (por ejemplo, flujos espaciales 130, flujos espacio-temporales 130) para transmitir tonos de datos (por ejemplo, una o más secuencias de entrenamiento) en algunas configuraciones. Otras matrices P se pueden usar para diferentes números de flujos 130, por ejemplo.

15 [0030] En una configuración, la segunda matriz 112 (por ejemplo, la matriz R 112) proporciona una correlación para los tonos piloto en uno o más VHT-LTF. Por ejemplo, los tonos piloto en uno o más VHT-LTF en uno o más flujos 130 (por ejemplo, flujos espaciales 130 o flujos espacio-temporales 130) pueden multiplicarse por la matriz R 112.

20 [0031] La segunda matriz 112 (por ejemplo, la matriz R 112) puede incluir una serie de réplicas de la primera fila de la primera matriz 110 (por ejemplo, la matriz P 110). En una configuración, la matriz R 112 incluye  $N_{STS}$  réplicas de la primera fila de la matriz P 110, donde  $N_{STS}$  es un número de flujos espacio-temporales 130. Como se ha descrito anteriormente, un problema abordado por los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento es la formación de líneas espectrales en las señales piloto. Esto puede ocurrir si la primera fila de una matriz P tiene todos unos en el caso de seis VHT-LTF. Sin embargo, de acuerdo a los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento, una o más de las columnas de la matriz P 110 pueden multiplicarse por -1, evitando así una primera fila de todos unos en la matriz P 110.

30 [0032] La salida del bloque/módulo de correlación 108 (por ejemplo, una señal matricialmente correlacionada) puede proporcionarse al bloque/módulo de desplazamiento cíclico 114. El bloque/módulo de desplazamiento cíclico 114 puede insertar desplazamientos cíclicos en uno o más flujos 130 (por ejemplo, flujos espaciales 130 o flujos espacio-temporales 130) para mayor diversidad de desplazamientos cíclicos (CSD). En una configuración, los desplazamientos cíclicos pueden aplicarse a múltiples cadenas de transmisión.

35 [0033] La salida del bloque/módulo de desplazamiento cíclico 114 se puede proporcionar a un bloque/módulo de correlación espacial 116. El bloque/módulo de correlación espacial 116 puede correlacionar la salida del bloque/módulo de desplazamiento cíclico 114 (por ejemplo, tonos de datos y/o tonos piloto) con uno o más flujos 130 (por ejemplo, flujos espaciales 130 o flujos espacio-temporales 130).

40 [0034] El bloque/módulo de IDFT 118 puede realizar una transformación de Fourier discreta inversa en la señal proporcionada por el bloque/módulo de correlación espacial 116. Por ejemplo, el bloque/módulo de transformación de Fourier discreta inversa (IDFT) 118 convierte las señales de frecuencia de los tonos de datos y/o los tonos piloto en señales del dominio del tiempo que representan la señal sobre los flujos 130 y/o muestras del dominio del tiempo durante un período de símbolos. En una configuración, por ejemplo, el bloque/módulo de IDFT 118 puede llevar a cabo una transformación de Fourier rápida inversa (IFFT).

45 [0035] La señal emitida desde el bloque/módulo de IDFT 118 puede proporcionarse al bloque/módulo de intervalo de guarda 120. El bloque/módulo de intervalo de guarda 120 puede insertar (por ejemplo, anteponer) un intervalo de guarda a la señal emitida desde el bloque/módulo de IDFT 118. Por ejemplo, el bloque/módulo de intervalo de guarda 120 puede insertar un intervalo de guarda de 800 nanosegundos (ns). En algunas configuraciones, el bloque/módulo de intervalo de guarda 120 puede además realizar la formación de ventanas en la señal.

50 [0036] La salida del bloque/módulo de intervalo de guarda 120 puede proporcionarse a los uno o más bloques de radiofrecuencia de transmisión 122. Los uno o más bloques de radiofrecuencia de transmisión 122 pueden aumentar la frecuencia de la salida del bloque/módulo de intervalo de guarda 120 (por ejemplo, una forma de onda de banda base compleja) y transmitir la señal resultante utilizando una o más antenas 128a a 128n. Por ejemplo, los uno o más bloques de radiofrecuencia de transmisión 122 pueden emitir señales de radiofrecuencia (RF) a una o más antenas 128a a 128n, transmitiendo por ello los tonos de datos (por ejemplo, secuencia VHT-LTF) y/o los tonos piloto (por ejemplo, pilotos VHT-LTF) por un medio inalámbrico configurado adecuadamente para su recepción por uno o más dispositivos de comunicación de recepción 134.

55 [0037] Debería observarse que el dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede determinar el ancho de banda de canal a usar para transmisiones a uno o más dispositivos de comunicación de recepción 134. Esta determinación puede basarse en uno o más factores, tales como la compatibilidad del dispositivo de comunicación de recepción 134, el número de dispositivos de comunicación de recepción 134 (para usar el canal de comunicación), la calidad del canal (por ejemplo, el ruido del canal) y/o un indicador recibido, etc. En una

configuración, el dispositivo de determinación de transmisión 102 puede determinar si el ancho de banda para la transmisión de señales es de 20 MHz, 40 MHz, 80 MHz o 160 MHz.

5 **[0038]** Uno o más de los elementos 104, 106, 108, 114, 116, 118, 120, 122, 124, 126 incluidos en el dispositivo de comunicación de transmisión 102 pueden funcionar basándose en la determinación del ancho de banda. Por ejemplo, el bloque/módulo de generación de secuencias 104 puede generar una o más secuencias de entrenamiento particulares (por ejemplo, tonos de datos de VHT-LTF) en función del ancho de banda de transmisión. Adicional o alternativamente, el generador piloto 126 puede generar una serie de símbolos piloto basándose en el ancho de banda para la transmisión de señales. Por ejemplo, el generador piloto 126 puede  
10 generar un cierto número de símbolos piloto para una señal de 80 MHz. Cabe señalar que los tonos o subportadoras 132 pueden ser subportadoras de multiplexado ortogonal por división de frecuencia (OFDM) 132 en algunas configuraciones.

15 **[0039]** Además, el bloque/módulo de inserción de pilotos 106 puede insertar tonos piloto basándose en un ancho de banda para la transmisión de señales. Por ejemplo, el bloque/módulo de inserción de pilotos 106 puede insertar símbolos piloto en tonos piloto (por ejemplo, subportadoras piloto 132) basándose en un ancho de banda para la transmisión de señales.

20 **[0040]** Además, el bloque/módulo de correlación 108 puede correlacionar matricialmente los tonos de datos y/o los tonos piloto basándose en el ancho de banda para la transmisión de señales. Por ejemplo, el bloque/módulo de correlación 108 puede correlacionar matricialmente una serie de tonos de datos (por ejemplo, subportadoras de datos 132) con una serie de tonos piloto (por ejemplo, subportadoras piloto 132) basándose en un ancho de banda para la transmisión de señales.

25 **[0041]** Uno o más flujos 130 pueden transmitirse desde el dispositivo de comunicación de transmisión 102 de tal manera que las transmisiones en diferentes flujos 130 se puedan diferenciar en un dispositivo de comunicación de recepción 134 (con cierta probabilidad). Por ejemplo, los bits correlacionados con una dimensión espacial se transmiten como un flujo 130. Ese flujo espacial 130 podría transmitirse en su propia antena 128 espacialmente independiente de otras antenas 128, su propia superposición ortogonal sobre una pluralidad de antenas  
30 espacialmente independientes 128, su propia polarización, etc. Se conocen y se pueden usar muchas técnicas para la separación del flujo 130 (que implican la separación de antenas 128 en el espacio u otras técnicas que permitirían que sus señales se distinguiesen en un receptor, por ejemplo). En el ejemplo que se muestra en la figura 1, hay uno o más flujos 130 que se transmiten usando el mismo número, o uno diferente, de antenas 128a a 128n (por ejemplo, una o más).

35 **[0042]** En el caso de que el dispositivo de comunicación de transmisión 102 use una pluralidad de subportadoras de frecuencia 132, existen múltiples valores para la dimensión de frecuencia, de tal manera que algunos datos (por ejemplo, algunos datos de VHT-LTF) puedan correlacionarse con una subportadora de frecuencia 132 y otros datos (por ejemplo, otros datos de VHT-LTF) con otra subportadora de frecuencia 132. Se pueden reservar otras subportadoras de frecuencia 132 como bandas de guarda, subportadoras de tonos piloto 132 o similares, que no  
40 (o no siempre) transportan datos. Por ejemplo, puede haber una o más subportadoras de datos 132 y una o más subportadoras piloto 132. Se debería observar que, en algunos casos o configuraciones, no todas las subportadoras 132 pueden excitarse a la vez. Por ejemplo, algunos tonos pueden no ser excitados para habilitar el filtrado. En una configuración, el dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede utilizar el multiplexado por división ortogonal de frecuencia (OFDM) para la transmisión de múltiples subportadoras 132.

45 **[0043]** La dimensión del tiempo se refiere a períodos de símbolos. Se pueden asignar diferentes bits a diferentes períodos de símbolos. Allí donde hay múltiples flujos 130, múltiples subportadoras 132 y múltiples períodos de símbolos, la transmisión para un período de símbolos podría denominarse un "símbolo de OFDM (multiplexado por división ortogonal de frecuencia) de MIMO (múltiples entradas, múltiples salidas)". Una velocidad de transmisión para datos codificados puede determinarse multiplicando el número de bits por símbolo simple (por ejemplo,  $\log_2$  del número de constelaciones usadas) por el número de flujos 130 por el número de subportadoras de datos 132, dividido entre la longitud del período del símbolo.

50 **[0044]** Uno o más dispositivos de comunicación de recepción 134 pueden recibir y usar señales del dispositivo de comunicación de transmisión 102. Por ejemplo, un dispositivo de comunicación de recepción 134 puede usar un indicador de ancho de banda recibido para recibir un número dado de tonos de OFDM o subportadoras 132. En una configuración, un dispositivo de comunicación de recepción 134 puede usar una secuencia de VHT-LTF generada por y recibida desde el dispositivo de comunicación de transmisión 102 para estimar el canal.  
55

60 **[0045]** Cabe señalar que uno o más de los elementos 138, 140, 142, 144, 146, 148, 150, 152 incluidos en el dispositivo de comunicación de recepción 134 pueden implementarse en hardware, software o una combinación de ambos. Por ejemplo, uno o más de los elementos 138, 140, 142, 144, 146, 148, 150, 152 incluidos en el dispositivo de comunicación de recepción 134 pueden implementarse como circuitos (por ejemplo, circuitos integrados, circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), un procesador, etc.) y/o utilizando un procesador e instrucciones. Por ejemplo, los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento  
65

pueden implementarse utilizando un procesador y/o pueden estar codificados en hardware en un nivel de transferencia de registro (RTL) en un dispositivo de comunicación (por ejemplo, dispositivo de comunicación de transmisión 102, dispositivo de comunicación de recepción 134, etc.). También se debería tener en cuenta que, aunque algunos de los elementos 138, 140, 142, 144, 146, 148, 150, 152 pueden ilustrarse como un solo bloque, uno o más de los elementos 138, 140, 142, 144, 146, 148, 150, 152 ilustrados pueden comprender múltiples bloques/módulos paralelos en algunas configuraciones.

**[0046]** Por ejemplo, un dispositivo de comunicación de recepción 134 puede incluir una o más antenas 154a a 154n (que pueden ser mayores, menores o iguales que el número de antenas 128a a 128n del dispositivo de comunicación de transmisión 102 y/o el número de flujos 130) que alimentan a uno o más bloques de radiofrecuencia de recepción 152. Los uno o más bloques de frecuencia de radio de recepción 152 (por ejemplo, los uno o más bloques de recepción) pueden emitir señales analógicas a uno o más convertidores de analógico a digital (ADC) 150. Por ejemplo, un bloque de radiofrecuencia del receptor 152 puede recibir y disminuir en frecuencia una señal, que puede proporcionarse a un convertidor de analógico a digital 150. Al igual que con el dispositivo de comunicación de transmisión 102, el número de flujos 130 procesados puede o no ser igual al número de antenas 154a a 154n. Asimismo, cada flujo espacial 130 no necesita estar limitado a una antena 154, ya que se pueden usar diversas técnicas de orientación del haz, ortogonalización, etc., para llegar a una pluralidad de flujos del receptor.

**[0047]** Los uno o más convertidores de analógico a digital (ADC) 150 pueden convertir la(s) señal(es) analógica(s) recibida(s) en una o más señales digitales. Las una o más salidas de los uno o más convertidores de analógico a digital (ADC) 150 se pueden proporcionar a uno o más bloques/módulos de sincronización de tiempo y/o frecuencia 148. Un bloque/módulo de sincronización de tiempo y/o frecuencia 148 puede (intentar) sincronizar o alinear la señal digital en el tiempo y/o la frecuencia (con un reloj del dispositivo de comunicación de recepción 134, por ejemplo).

**[0048]** La salida (sincronizada) de los uno o más bloques/módulos de sincronización de tiempo y/o frecuencia 148 puede proporcionarse a uno o más deformateadores 146. Por ejemplo, un deformateador 146 puede recibir una salida de los uno o más bloques/módulos de sincronización de tiempo y/o frecuencia 148, eliminar intervalos de guarda, etc., y/o poner en paralelo los datos para el procesamiento de la transformación discreta de Fourier (DFT).

**[0049]** Se pueden proporcionar una o más salidas del deformateador 146 a uno o más bloques/módulos de transformación discreta de Fourier (DFT) 144. Los bloques/módulos de transformación discreta de Fourier (DFT) 144 pueden convertir una o más señales desde el dominio del tiempo al dominio de la frecuencia. Un procesador de pilotos 142 puede usar las señales del dominio de la frecuencia (por cada flujo espacial 130, por ejemplo) para determinar uno o más tonos piloto (sobre los flujos espaciales 130, las subportadoras de frecuencia 132 y/o los grupos de períodos de símbolos, por ejemplo) enviados por el dispositivo de comunicación de transmisión 102. El procesador de pilotos 142 puede desaleatorizar de manera adicional o alternativa la secuencia piloto. El procesador de pilotos 142 puede usar una o más secuencias piloto descritas en el presente documento para el seguimiento de fase y/o frecuencia y/o amplitud. Los uno o más tonos piloto pueden proporcionarse a un bloque/módulo de detección y/o decodificación de espacio-tiempo-frecuencia 140, que puede detectar y/o decodificar los datos en las diversas dimensiones. El bloque/módulo de detección y/o decodificación de espacio-tiempo-frecuencia 140 puede emitir los datos recibidos 136 (por ejemplo, la estimación del dispositivo de comunicación de recepción 134 de los datos transmitidos por el dispositivo de comunicación de transmisión 102).

**[0050]** En algunas configuraciones, el dispositivo de comunicación de recepción 134 conoce las secuencias (por ejemplo, datos de VHT-LTF, secuencias de entrenamiento, etc.) enviadas como parte de una secuencia de información total. El dispositivo de comunicación de recepción 134 puede llevar a cabo la estimación del canal con la ayuda de estas secuencias conocidas. Para facilitar el rastreo de tonos pilotos, el procesamiento y/o la detección y decodificación de datos, un bloque/módulo de estimación de canal 138 (por ejemplo, los circuitos de estimación de canal 138) puede proporcionar señales de estimación (por ejemplo, estimaciones de canal) al procesador de pilotos 142 y/o al bloque/módulo de detección y/o decodificación de espacio-tiempo-frecuencia 140 basándose en la salida del bloque/módulo de sincronización de tiempo y/o frecuencia 148. Alternativamente, si el deformateo y la transformación discreta de Fourier son iguales para las secuencias de transmisión conocidas que para la parte de datos de carga útil de la secuencia de información total, las señales de estimación pueden proporcionarse al procesador de pilotos 142 y/o al bloque/módulo de detección y/o decodificación de espacio-tiempo-frecuencia 140 basándose en la salida de los bloques/módulos de transformación discreta de Fourier (DFT) 144.

**[0051]** De acuerdo a los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento, el dispositivo de comunicación de recepción 134 puede recibir una secuencia (por ejemplo, datos de VHT-LTF) que se correlaciona de acuerdo a una matriz con al menos una columna multiplicada por -1. Por ejemplo, el dispositivo de comunicación de recepción 134 puede recibir una secuencia de VHT-LTF o datos de VHT-LTF (por ejemplo, secuencia de entrenamiento) que ha sido correlacionada utilizando la matriz P 110 que tiene al menos una de sus columnas multiplicada por -1. Por ejemplo, la matriz de DFT ilustrada en la Ecuación (3) con una o más de sus columnas

multiplicadas por -1 puede usarse para correlacionar los datos de VHT-LTF o la secuencia que es recibida por el dispositivo de comunicación de recepción 134.

**[0052]** El dispositivo de comunicación de recepción 134 (por ejemplo, el bloque/módulo de estimación de canal 138) puede usar los datos o la secuencia recibidos para generar una estimación de canal. El dispositivo de comunicación de recepción 134 puede usar la estimación de canal para mejorar las comunicaciones entre el dispositivo de comunicación de transmisión 102 y el dispositivo de comunicación de recepción 134. Por ejemplo, el dispositivo de comunicación de recepción 134 puede usar la estimación de canal para recibir mejor (por ejemplo, demodular, decodificar, etc.) los datos enviados desde el dispositivo de comunicación de transmisión 102. Adicional o alternativamente, el dispositivo de comunicación de recepción 134 puede enviar la estimación del canal (como retroalimentación) al dispositivo de comunicación de transmisión 102 para su uso en la precodificación, guía de haces, etc. En algunas configuraciones, por ejemplo, el dispositivo de comunicación de recepción 134 puede incluir un transmisor o circuitos transmisores (no mostrado en la Figura 1) para transmitir la estimación del canal al dispositivo de comunicación de transmisión 102. Por consiguiente, el dispositivo de comunicación de transmisión 102 también puede incluir un receptor (no mostrado en la Figura 1) para recibir señales (tales como la estimación del canal) desde el dispositivo de comunicación de recepción 134 en algunas configuraciones. Los tonos piloto recibidos en el VHT-LTF se pueden usar para rastrear la frecuencia y el desfase en las transmisiones recibidas.

**[0053]** En algunas configuraciones, el dispositivo de comunicación de recepción 134 puede determinar un ancho de banda de canal (para comunicaciones recibidas). Por ejemplo, el dispositivo de comunicación de recepción 134 puede recibir una indicación de ancho de banda desde el dispositivo de comunicación de transmisión 102 que indica un ancho de banda de canal. Por ejemplo, el dispositivo de comunicación de recepción 134 puede obtener una indicación de ancho de banda explícita o implícita. En una configuración, la indicación de ancho de banda puede indicar un ancho de banda de canal de 20 MHz, 40 MHz, 80 MHz o 160 MHz. El dispositivo de comunicación de recepción 134 puede determinar el ancho de banda para comunicaciones recibidas basándose en esta indicación y proporcionar una indicación del ancho de banda determinado al procesador de pilotos 142 y/o al bloque/módulo de detección/decodificación de espacio-tiempo-frecuencia 140.

**[0054]** La figura 2 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una trama de comunicación 200 que puede usarse de acuerdo a los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento. La trama 200 puede incluir una o más secciones o campos para símbolos de preámbulo, símbolos piloto y/o símbolos de datos. Por ejemplo, la trama 200 puede comprender un preámbulo de la norma 802.11ac 264 y un campo de datos 272 (por ejemplo, el campo DATA o VHT-DATA). En una configuración, el preámbulo de la norma 802.11ac 264 puede tener una duración de 40 a 68 microsegundos ( $\mu$ s). El preámbulo 264 y/o los símbolos piloto se pueden usar (mediante un dispositivo de comunicación de recepción 134, por ejemplo) para sincronizar, detectar, demodular y/o decodificar los datos incluidos en la trama 200.

**[0055]** La trama 200 con un preámbulo de la norma 802.11ac 264 se puede estructurar incluyendo varios campos. En una configuración, una trama de la norma 802.11ac 200 puede incluir un campo de entrenamiento corto heredado o un campo de entrenamiento corto no de alto caudal (L-STF) 256, un campo de entrenamiento largo heredado o un campo de entrenamiento largo no de alto caudal (L-LTF) 258, un campo de señal heredado o un campo de señal no de alto caudal (L-SIG) 260, uno o más símbolos o campos de señal de muy alto caudal A (VHT-SIG-A) 262 (por ejemplo, VHT-SIG-A1, VHT-SIG-A2, etc.), un campo de entrenamiento corto de muy alto caudal (VHT-STF) 266, uno o más campos de entrenamiento largos de muy alto caudal (VHT-LTF) 268, un campo de señal de muy alto caudal B (VHT-SIG-B) 270 y un campo de datos (DATA) 272.

**[0056]** El preámbulo de la norma 802.11ac 264 puede asimilar la compatibilidad con versiones anteriores (con especificaciones anteriores de la norma 802.11, por ejemplo). La primera parte del preámbulo 264 puede incluir el L-STF 256, el L-LTF 258, el L-SIG 260 y el VHT-SIG-A 262. Esta primera parte del preámbulo 264 se puede decodificar mediante dispositivos heredados (por ejemplo, dispositivos que cumplen especificaciones heredadas o anteriores).

**[0057]** Una segunda parte del preámbulo 264 incluye el VHT-STF 266, uno o más VHT-LTF 268 y el VHT-SIG-B 270. La segunda parte del preámbulo 264 puede no ser decodificable mediante dispositivos heredados (o incluso mediante ninguno de los dispositivos de la norma 802.11ac, por ejemplo).

**[0058]** El preámbulo de la norma 802.11ac 264 puede incluir algunos datos de control que se pueden decodificar mediante los receptores heredados de las normas 802.11a y 802.11n. Estos datos de control pueden estar contenidos en el L-SIG 260. Los datos en el L-SIG 260 informan a todos los receptores cuánto tiempo ocupará la transmisión el medio inalámbrico, de tal manera que todos los dispositivos puedan diferir sus transmisiones durante un período de tiempo preciso. Adicionalmente, el preámbulo de la norma 802.11ac 264 puede permitir a los dispositivos de la norma 802.11ac distinguir la transmisión como una transmisión de la norma 802.11ac (y evitar determinar que la transmisión está en un formato de las normas 802.11a u 802.1, por ejemplo).

**[0059]** De acuerdo a los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento, los uno o más VHT-LTF 268 se pueden correlacionar utilizando una primera matriz (por ejemplo, la matriz P) 110 con al menos una

columna multiplicada por -1. Por ejemplo, cuando se usan cinco o seis flujos 130 para transmitir los VHT-LTF 268, entonces se pueden usar seis VHT-LTF 268 en la trama (por ejemplo, el paquete) 200. Un dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede aplicar la primera matriz (por ejemplo, la matriz P) 110 a una secuencia (por ejemplo, datos de VHT-LTF) incluida en cada VHT-LTF 268. Por ejemplo, la primera matriz (por ejemplo, la matriz P) 110 se puede aplicar a seis secuencias (por ejemplo, los VHT-LTF 268) en cinco o seis flujos 130. El dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede aplicar adicionalmente una segunda matriz (por ejemplo, una matriz R) 112 a los pilotos (por ejemplo, una secuencia piloto) incluidos en cada VHT-LTF 268.

**[0060]** La figura 3 es un diagrama que ilustra un ejemplo más específico de una trama de comunicación 300 que puede usarse de acuerdo a los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento. La trama 300 puede incluir una o más secciones o campos para símbolos de preámbulo, símbolos piloto y/o símbolos de datos. Por ejemplo, la trama 300 puede comprender un preámbulo de la norma 802.11ac 364 y un campo de datos 372 (por ejemplo, el campo DATA o VHT-DATA). En una configuración, el preámbulo de la norma 802.11ac 364 puede tener una duración de 40 a 68  $\mu$ s. El preámbulo 364 y/o los símbolos piloto se pueden usar (mediante un dispositivo de comunicación de recepción 134, por ejemplo) para sincronizar, detectar, demodular y/o decodificar los datos incluidos en la trama 300.

**[0061]** La trama 300 con un preámbulo de la norma 802.11ac 364 se puede estructurar incluyendo varios campos. En una configuración, una trama de la norma 802.11ac 300 puede incluir un campo de entrenamiento corto heredado o un campo de entrenamiento corto no de alto caudal (L-STF) 356, un campo de entrenamiento largo heredado o un campo de entrenamiento largo no de alto caudal (L-LTF) 358, un campo de señal heredado o un campo de señal no de alto caudal (L-SIG) 360, un campo de señal de muy alto caudal A1 (VHT-SIG-A1) 362a, un VHT-SIG-A2 362b, un campo de entrenamiento corto de muy alto caudal (VHT-STF) 366, seis campos de entrenamiento largos de muy alto caudal (VHT-LTF) 368a a 368f, un campo de señal de muy alto caudal B (VHT-SIG-B) 370 y un campo de datos (DATA) 372.

**[0062]** El preámbulo de la norma 802.11ac 364 puede asimilar la compatibilidad con versiones anteriores (con las especificaciones anteriores de la norma 802.11, por ejemplo). La primera parte del preámbulo 364 puede incluir el L-STF 356, el L-LTF 358, el L-SIG 360, el VHT-SIG-A1 362a y el VHT-SIG-A2 362b. Esta primera parte del preámbulo 364 puede ser decodificable mediante dispositivos heredados (por ejemplo, dispositivos que cumplen especificaciones heredadas o anteriores).

**[0063]** Una segunda parte del preámbulo 364 incluye el VHT-STF 366, seis VHT-LTF 368a a 368f y el VHT-SIG-B 370. La segunda parte del preámbulo 364 pueden no ser decodificable mediante dispositivos heredados (o incluso mediante ninguno de los dispositivos de la norma 802.11ac, por ejemplo).

**[0064]** El preámbulo de la norma 802.11ac 364 puede incluir algunos datos de control que son decodificables mediante los receptores heredados de las normas 802.11a y 802.11n. Estos datos de control pueden estar contenidos en el L-SIG 360. Los datos en el L-SIG 360 informan a todos los receptores cuánto tiempo ocupará la transmisión el medio inalámbrico, de tal manera que todos los dispositivos puedan diferir sus transmisiones durante un período de tiempo preciso. Adicionalmente, el preámbulo de la norma 802.11ac 364 puede permitir a los dispositivos de la norma 802.11ac distinguir la transmisión como una transmisión de la norma 802.11ac (y evitar determinar que la transmisión está en un formato de las normas 802.11a u 802.1, por ejemplo).

**[0065]** De acuerdo a los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento, los seis VHT-LTF 368a a 368f pueden correlacionarse utilizando una primera matriz (por ejemplo, la matriz P) 110 con al menos una columna multiplicada por -1. Por ejemplo, cuando se usan cinco o seis flujos 130 para transmitir los VHT-LTF 368a a 368f, entonces se pueden usar seis VHT-LTF 368a a 368f en la trama (por ejemplo, el paquete) 300, como se ilustra en la Figura 3. El dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede aplicar la matriz P 110 a los datos o secuencias en los VHT-LTF 368a a 368f. Más específicamente, un dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede multiplicar los datos de VHT-LTF (por ejemplo, la secuencia) en el primer VHT-LTF 368a en un primer flujo 130 por el primer elemento de la primera fila de la matriz P 110. Además, el dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede multiplicar respectivamente los datos o secuencias en cada uno de los VHT-LTF segundo a sexto 368b a 368f en el primer flujo 130 por los elementos segundo a sexto de la primera fila de la matriz P 110. Además, el dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede multiplicar respectivamente los datos o secuencias en seis VHT-LTF 368a a 368f en un flujo segundo a quinto o sexto 130 por las filas respectivas de la matriz P 110. Se debería tener en cuenta que, en el caso de que se utilicen cinco flujos 130, la sexta fila de la matriz P 110 no se puede usar. Por ejemplo, al aplicar la primera matriz (por ejemplo, la matriz P) 110 en un caso de cinco flujos 130, la sexta fila de la primera matriz (por ejemplo, la matriz P) 110 no puede multiplicarse con ningún dato o secuencia. El dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede aplicar de manera similar una segunda matriz (por ejemplo, la matriz R) 112 a los pilotos (por ejemplo, secuencias piloto) incluidos en cada VHT-LTF 368a a 368f en cinco o seis flujos 130.

**[0066]** La Figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra una configuración de un procedimiento 400 para generar una secuencia matricialmente correlacionada. Un dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede generar 402 una secuencia. Por ejemplo, el dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede generar 402 una o más

secuencias de entrenamiento para cada VHT-LTF (por ejemplo, datos de VHT-LTF) para ser transmitidos en una trama. Una secuencia de entrenamiento (por ejemplo, datos de VHT-LTF) puede comprender una serie de valores, símbolos o tonos que se pueden usar para estimar un canal (por ejemplo, un canal de entrada múltiple y salida múltiple (MIMO)).

5

**[0067]** El dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede aplicar 404 una primera matriz (por ejemplo, la matriz P) 110, con al menos una columna multiplicada por -1, a la secuencia. Por ejemplo, el dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede multiplicar la secuencia (por ejemplo, secuencia de VHT-LTF, datos de VHT-LTF, secuencia de entrenamiento, etc.) en cada VHT-LTF por un elemento correspondiente de la matriz P 110. Como se ha descrito anteriormente, la matriz P 110 puede ser una matriz de DFT, como se ilustra en la Ecuación (3), que ha tenido una o más de sus columnas multiplicadas por -1. En una configuración, el dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede aplicar 404 la matriz P 110 a la secuencia multiplicando la secuencia en cada VHT-LTF por un elemento correspondiente de la matriz P 110 ilustrada en la Ecuación (1). Alternativamente, se puede usar la matriz P 110 ilustrada en la ecuación (2). En una configuración, el dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede multiplicar secuencias en seis VHT-LTF en cinco o seis flujos 130 por elementos correspondientes de la matriz P 110.

10

15

**[0068]** El dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede transmitir 406 la secuencia. Por ejemplo, el dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede transmitir 406 la secuencia a la que se le ha aplicado la primera matriz (por ejemplo, la matriz P) 110. Por ejemplo, el dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede transmitir 406 datos de VHT-LTF en seis VHT-LTF en cinco o seis flujos 130 que se han multiplicado por la matriz P 110.

20

**[0069]** La Figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra una configuración más específica de un procedimiento 500 para generar una secuencia matricialmente correlacionada. Un dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede generar 502 una secuencia de campos de entrenamiento largos de muy alto caudal (VHT-LTF) (por ejemplo, datos de VHT-LTF). Por ejemplo, el dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede generar 502 una o más secuencias de entrenamiento para cada VHT-LTF (por ejemplo, datos de VHT-LTF) a transmitir en una trama. Una secuencia de entrenamiento (por ejemplo, datos de VHT-LTF) puede comprender una serie de valores, símbolos o tonos que se pueden usar para estimar un canal (por ejemplo, un canal de entrada múltiple y salida múltiple (MIMO)).

25

30

**[0070]** El dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede generar 504 una secuencia piloto. Por ejemplo, el dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede generar 504 una secuencia piloto para cada VHT-LTF (por ejemplo, pilotos de VHT-LTF). Una secuencia piloto puede ser un grupo o una serie de valores, símbolos o tonos piloto que pueden usarse para rastrear desfases y/o desplazamientos de frecuencias en señales transmitidas.

35

**[0071]** El dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede combinar 506 la secuencia piloto y la secuencia de VHT-LTF. Por ejemplo, el dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede combinar 506 los pilotos y la secuencia de VHT-LTF insertando los pilotos en subportadoras particulares 132 de un símbolo de OFDM que incluye la secuencia de VHT-LTF.

40

**[0072]** El dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede aplicar 508 una matriz P 110 con al menos una columna multiplicada por -1 a la secuencia de VHT-LTF. Por ejemplo, el dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede multiplicar la secuencia de VHT-LTF (por ejemplo, datos de VHT-LTF) en cada VHT-LTF por un elemento correspondiente de la matriz P 110. Como se ha descrito anteriormente, la matriz P 110 puede ser una matriz de DFT, como se ilustra en la Ecuación (3), que ha tenido una o más de sus columnas multiplicadas por -1. En una configuración, el dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede aplicar 508 la matriz P 110 a la secuencia multiplicando la secuencia en cada VHT-LTF por un elemento correspondiente de la matriz P 110 ilustrada en la Ecuación (1). Alternativamente, se puede usar la matriz P 110 ilustrada en la ecuación (2). En un ejemplo, cuando se usan cinco o seis flujos 130 para transmitir los VHT-LTF, entonces se pueden usar seis VHT-LTF en una trama (por ejemplo, un paquete). El dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede multiplicar los datos de VHT-LTF (por ejemplo, la secuencia) en el primer VHT-LTF en un primer flujo 130 por el primer elemento de la primera fila de la matriz P 110. Además, el dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede multiplicar respectivamente los datos o secuencias en cada uno de los VHT-LTF segundo a sexto en el primer flujo 130 por los elementos segundo a sexto de la primera fila de la matriz P 110. Además, el dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede multiplicar respectivamente los datos o secuencias en seis VHT-LTF en un flujo segundo a quinto o sexto 130 por filas respectivas de la matriz P 110.

45

50

55

60

**[0073]** El dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede aplicar 510 una matriz R 112 a la secuencia piloto. En una configuración, la matriz R 112 puede basarse en o corresponder a una matriz P particular 110. Por ejemplo, la matriz R 112 puede comprender una serie de réplicas de la primera fila de la matriz P 110. El número de réplicas puede ser un número de flujos espacio-temporales 130 (por ejemplo,  $N_{STs}$ ). Las líneas espectrales en los pilotos se pueden evitar al tener una matriz P 110 con una primera fila que incluye uno o más valores de -1 (lo que se puede lograr al multiplicar una o más columnas por -1). El dispositivo de comunicación de transmisión 102

65

puede aplicar 510 la matriz R 112 a la secuencia piloto multiplicando los tonos piloto (en los VHT-LTF) por la matriz R 112. Por ejemplo, el dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede multiplicar secuencias piloto en seis VHT-LTF en cinco o seis flujos 130 por elementos correspondientes en la matriz R 112.

5 **[0074]** El dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede transmitir 512 la secuencia de VHT-LTF y la secuencia piloto. Por ejemplo, el dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede transmitir 512 la secuencia de VHT-LTF a la que se le ha aplicado la matriz P 110 y puede transmitir la secuencia piloto de VHT-LTF a la que se le ha aplicado la matriz R 112. Por ejemplo, el dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede transmitir 512 datos de VHT-LTF y pilotos que han sido respectivamente multiplicados por la matriz P 110 y la matriz R 112 en seis VHT-LTF en cinco o seis flujos 130.

15 **[0075]** La figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra otra configuración de un procedimiento 600 para usar una secuencia matricialmente correlacionada. Un dispositivo de comunicación de recepción 134 puede recibir 602 una secuencia que se correlaciona de acuerdo a una primera matriz con al menos una columna multiplicada por -1. Por ejemplo, el dispositivo de comunicación de recepción 134 puede recibir uno o más VHT-LTF desde el dispositivo de comunicación de transmisión 102 que incluyen una o más secuencias que han sido correlacionadas utilizando una primera matriz (por ejemplo, la matriz P) 110 con al menos una columna multiplicada por -1. Por ejemplo, los dispositivos de comunicación receptores pueden recibir 602 seis secuencias (por ejemplo, los VHT-LTF) que han sido correlacionadas utilizando una primera matriz (por ejemplo, la matriz P) 110 con al menos una columna multiplicada por -1. Como se ha descrito anteriormente, la primera matriz (por ejemplo, la matriz P) 110 puede ser la matriz de DFT ilustrada en la Ecuación (3) que ha tenido una o más columnas multiplicadas por -1.

25 **[0076]** El dispositivo de comunicación de recepción 134 puede recibir además señales piloto que se correlacionan de acuerdo a una segunda matriz (por ejemplo, la matriz R) 112. En una configuración, la matriz R 112 se basa en, o corresponde a, la matriz P 110, donde la matriz R 112 comprende una serie de réplicas de la primera fila de la matriz P 110. En un ejemplo, el dispositivo de comunicación de recepción 134 puede recibir señales piloto que han sido correlacionadas de acuerdo a la matriz R 112 en seis VHT-LTF en cinco o seis flujos 130. Las señales piloto se pueden usar para rastrear (y/o compensar) los desplazamientos de frecuencia y fase en la señal recibida.

30 **[0077]** El dispositivo de comunicación de recepción 134 puede determinar 604 una estimación de canal basándose en la secuencia. Por ejemplo, la secuencia matricialmente correlacionada en uno o más VHT-LTF puede usarse para estimar un canal de MIMO utilizado para transmitir los VHT-LTF desde el dispositivo de comunicación de transmisión 102 al dispositivo de comunicación de recepción 134.

35 **[0078]** El dispositivo de comunicación de recepción 134 puede realizar 606 una operación basándose en la estimación del canal. Por ejemplo, el dispositivo de comunicación de recepción 134 puede usar la estimación de canal para demodular y/o decodificar datos (por ejemplo, VHT-DATA) recibidos desde el dispositivo de comunicación de transmisión 102. En una configuración, el dispositivo de comunicación de recepción 134 puede enviar (por ejemplo, transmitir), adicional o alternativamente, la estimación de canal al dispositivo de comunicación de transmisión 102. El dispositivo de comunicación de transmisión 102 puede entonces utilizar la estimación de canal para la precodificación, la conformación de haces, etc., por ejemplo.

45 **[0079]** La figura 7 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un punto de acceso (AP) 702 y una estación (STA) 734, en el que pueden implementarse sistemas y procedimientos para utilizar una secuencia matricialmente correlacionada. El punto de acceso 702 puede incluir un bloque/módulo de generación de secuencias 704, un bloque/módulo de inserción de pilotos 706, un bloque/módulo de correlación 708, un bloque/módulo de desplazamiento cíclico 714, un bloque/módulo de correlación espacial 716, un bloque/módulo de Transformación de Fourier discreta inversa (IDFT) 718, un bloque/módulo de intervalo de guarda 720, uno o más bloques de radiofrecuencia de transmisión 722, una o más antenas 728a a 728n, un generador de ruido pseudoaleatorio 724, un generador de señales piloto 726 y/o un receptor 776.

50 **[0080]** Cabe señalar que uno o más de los elementos 704, 706, 708, 714, 716, 718, 720, 722, 724, 726, 776 incluidos en el punto de acceso 702 pueden implementarse en hardware, software o una combinación de ambos. Además, el término "bloque/módulo" puede utilizarse para indicar que un elemento particular puede implementarse en hardware, software o una combinación de ambos. También se debe tener en cuenta que aunque algunos de los elementos 704, 706, 708, 714, 716, 718, 720, 722, 724, 726, 776 pueden ilustrarse como un solo bloque, uno o más de los elementos 704, 706, 708, 714, 716, 718, 720, 722, 724, 726, 776 ilustrados pueden comprender múltiples bloques/módulos paralelos en algunas configuraciones. Por ejemplo, los bloques/módulos de generación de secuencias múltiples 704, los bloques/módulos de inserción de múltiples señales piloto 706, los bloques/módulos de múltiples correlaciones 708, los bloques/módulos de múltiples desplazamientos cíclicos 714, los bloques/módulos de correlación espacial múltiple 716, los bloques/módulos de múltiples transformaciones de Fourier discretas inversas 718, se pueden usar bloques/módulos de intervalo de guarda múltiple 720 y/o uno o más bloques múltiples de frecuencia de radio de transmisión 722 para formar múltiples trayectos en algunas configuraciones.

65

- 5 **[0081]** Por ejemplo, se pueden generar y/o transmitir flujos independientes 730 (por ejemplo, flujos espacio-temporales 730, flujos espaciales 730, etc.) utilizando trayectos independientes. En algunas implementaciones, estos trayectos se implementan con hardware diferente, mientras que, en otras implementaciones, el hardware del trayecto se reutiliza para más de un flujo espacial 730 o la lógica del trayecto se implementa en software que se ejecuta para uno o más flujos 730. Más específicamente, cada uno de los elementos ilustrados en el punto de acceso 702 puede implementarse como un único bloque/módulo o como múltiples bloques/módulos.
- 10 **[0082]** El bloque/módulo de generación de secuencias 704 puede generar una o más secuencias de entrenamiento (por ejemplo, "datos de VHT-LTF" o "secuencias de VHT-LTF"). Por ejemplo, el bloque/módulo de generación de secuencias 704 puede generar una o más secuencias de entrenamiento para cada VHT-LTF a transmitir en una trama. En algunas configuraciones, el bloque/módulo de generación de secuencias 704 puede generar una secuencia en el dominio de la frecuencia basándose en una cantidad de ancho de banda de transmisión. Por ejemplo, se pueden generar diferentes secuencias basándose en si se asignan 20 megahercios (MHz), 40 MHz, 80 MHz o 160 MHz de ancho de banda para su transmisión. La(s) secuencia(s) se puede(n) proporcionar al bloque/módulo de inserción de señales piloto 706.
- 20 **[0083]** El bloque/módulo generador de señales piloto 726 puede generar una secuencia piloto. Una secuencia piloto puede ser un grupo de símbolos piloto. En una configuración, por ejemplo, los valores en la secuencia piloto pueden representarse mediante una señal con una fase, amplitud y/o frecuencia particulares. Por ejemplo, un "1" puede indicar un símbolo piloto con una fase y/o amplitud particular, mientras que un "-1" puede indicar un símbolo piloto con una fase y/o amplitud diferente (por ejemplo, opuesta o inversa).
- 25 **[0084]** El punto de acceso 702 puede incluir un generador de ruido pseudoaleatorio 724 en algunas configuraciones. El generador de ruido pseudoaleatorio 724 puede generar una secuencia o señal (por ejemplo, valores) de ruido pseudoaleatorio usada para aleatorizar la secuencia piloto. Por ejemplo, la secuencia piloto para símbolos sucesivos de multiplexado por división ortogonal de frecuencia (OFDM) se puede multiplicar por números sucesivos de la secuencia de ruido pseudoaleatorio, aleatorizando por ello la secuencia piloto por cada símbolo de OFDM.
- 30 **[0085]** Un bloque/módulo de inserción de señal piloto 706 inserta tonos piloto en las subportadoras de tonos piloto 732. Por ejemplo, la secuencia piloto puede correlacionarse con subportadoras 732 en índices particulares. Por ejemplo, los símbolos piloto de la secuencia piloto (aleatorizada) se pueden correlacionar con subportadoras 732 que se intercalan con subportadoras de datos 732 y/u otras subportadoras 732. En otras palabras, la secuencia o señal piloto puede combinarse con la secuencia o señal de datos. En algunas configuraciones, uno o más tonos de corriente continua (CC) pueden estar centrados en un índice 0 de subportadora. El bloque/módulo de inserción de señales piloto 706 puede aplicar rotación de fase a la señal combinada (por ejemplo, a una o más subbandas de 20 MHz) en algunas configuraciones.
- 40 **[0086]** La señal combinada de datos y piloto puede proporcionarse al bloque/módulo de correlación 708. El bloque/módulo de correlación 708 puede aplicar la correlación matricial a los tonos de datos (por ejemplo, una secuencia de entrenamiento) y/o a los tonos piloto (por ejemplo, secuencia de piloto) incluidos en la señal combinada para producir una señal matricialmente correlacionada. El bloque/módulo de correlación 708 puede incluir una matriz P 710 y/o una matriz R 712.
- 45 **[0087]** En un ejemplo, la matriz P 710 proporciona una correlación para los tonos de datos (por ejemplo, secuencia de entrenamiento) en uno o más campos de entrenamiento largos de alto caudal (VHT-LTF). La matriz P 710 puede tener al menos una de sus 710 columnas multiplicada por -1. Por ejemplo, la primera matriz 710 puede ser una matriz  $P_{original}$  de DFT que ha tenido una o más de sus columnas multiplicadas por -1, donde  $P_{original}$  se da en la Ecuación (3) anterior. Un ejemplo específico de la matriz P 710 se da más arriba en la Ecuación (1). El ejemplo dado en la Ecuación (1) se puede usar porque la primera fila de  $P_{6 \times 6}$  en la Ecuación (1) puede ser igual a la primera fila de una matriz P de tamaño cuatro por cuatro  $\{1, -1, 1, 1\}$ , con los dos primeros valores repetidos al final. Cabe señalar que multiplicar cualquier columna por -1 no cambia la ortogonalidad de la matriz P 710. Otro ejemplo específico de la matriz P 710 se da más arriba en la Ecuación (2).
- 50 **[0088]** Los tonos de datos (por ejemplo, la secuencia de entrenamiento, la secuencia de VHT-LTF) en la señal combinada pueden multiplicarse por elementos de la matriz P 710. Por ejemplo, cada columna de la matriz P 710 puede corresponder a un VHT-LTF y cada fila de la matriz P 710 puede corresponder a un flujo 730. Por lo tanto, el ejemplo de la matriz P 710 dada en la Ecuación (1) puede aplicarse a seis VHT-LTF en seis flujos 730 (por ejemplo, los flujos espaciales 730 o los flujos espacio-temporales 730). Más específicamente, por ejemplo, los tonos de datos en un primer VHT-LTF en un primer flujo 730 se pueden multiplicar por el elemento en la primera columna y la primera fila de la matriz P 710. Además, los tonos de datos en un segundo VHT-LTF en un primer flujo se pueden multiplicar por el segundo elemento en la primera fila de la matriz P 710 y así sucesivamente. Se debería tener en cuenta que se puede aplicar una matriz P 710 de tamaño seis por seis cuando se utilizan cinco o seis flujos 730 (por ejemplo, flujos espaciales 730, flujos espacio-temporales 730) para transmitir tonos de datos (por ejemplo, una o más secuencias de entrenamiento) en algunas configuraciones. Otras matrices P se pueden usar para diferentes números de flujos 730, por ejemplo.
- 65

- 5 **[0089]** En una configuración, la matriz R 712 proporciona una correlación para los tonos piloto en uno o más VHT-LTF. Por ejemplo, los tonos piloto en uno o más VHT-LTF en uno o más flujos 730 (por ejemplo, flujos espaciales 730 o flujos espacio-temporales 730) se pueden multiplicar por la matriz R 712.
- 10 **[0090]** La matriz R 712 puede incluir una serie de réplicas de la primera fila de la matriz P 710. En una configuración, la matriz R 712 incluye  $N_{STS}$  réplicas de la primera fila de la matriz P 710, donde  $N_{STS}$  es un número de flujos espacio-temporales 730. Como se ha descrito anteriormente, un problema abordado por los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento es la formación de líneas espectrales en las señales piloto. Esto puede ocurrir si la primera fila de una matriz P 710 tiene todos unos en el caso de seis VHT-LTF. Sin embargo, de acuerdo a los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento, una o más de las columnas de la matriz P 710 se pueden multiplicar por -1, evitando así una primera fila de todos unos en la matriz P 710.
- 15 **[0091]** La salida del bloque/módulo de correlación 708 (por ejemplo, una señal matricialmente correlacionada) puede proporcionarse al bloque/módulo de desplazamiento cíclico 714. El bloque/módulo de desplazamiento cíclico 714 puede insertar desplazamientos cíclicos en uno o más flujos 730 (por ejemplo, flujos espaciales 730 o flujos espacio-temporales 730) para mayor diversidad de los desplazamientos cíclicos (CSD). En una configuración, los desplazamientos cíclicos pueden aplicarse a múltiples cadenas de transmisión.
- 20 **[0092]** La salida del bloque/módulo de desplazamiento cíclico 714 puede proporcionarse a un bloque/módulo de correlación espacial 716. El bloque/módulo de correlación espacial 716 puede correlacionar la salida del bloque/módulo de desplazamiento cíclico 714 (por ejemplo, tonos de datos y/o tonos piloto) con uno o más flujos 730 (por ejemplo, flujos espaciales 730 o flujos espacio-temporales 730).
- 25 **[0093]** El bloque/módulo de IDFT 718 puede realizar una transformación de Fourier discreta inversa en la señal proporcionada por el bloque/módulo de correlación espacial 716. El bloque/módulo de transformación de Fourier discreta inversa (IDFT) 718 convierte las señales de frecuencia de los tonos de datos y/o de los tonos piloto en señales del dominio del tiempo que representan la señal sobre los flujos espaciales 730 y/o muestras del dominio del tiempo durante un período de símbolos. En una configuración, por ejemplo, el bloque/módulo de IDFT 718 puede llevar a cabo una transformación de Fourier rápida inversa (IFFT).
- 30 **[0094]** La señal de salida desde el bloque/módulo de IDFT 718 puede proporcionarse al bloque/módulo de intervalo de guarda 720. El bloque/módulo de intervalo de guarda 720 puede insertar (por ejemplo, anteponer) un intervalo de guarda a la señal emitida desde el bloque/módulo de IDFT 718. Por ejemplo, el bloque/módulo de intervalo de guarda 720 puede insertar un intervalo de guarda de 800 nanosegundos (ns). En algunas configuraciones, el bloque/módulo de intervalo de guarda 720 puede además realizar la formación de ventanas en la señal.
- 35 **[0095]** La salida del bloque/módulo de intervalo de guarda 720 puede proporcionarse a los uno o más bloques de frecuencia de radio de transmisión 722. Los uno o más bloques de frecuencia de radio de transmisión 722 pueden aumentar la frecuencia de la salida del bloque/módulo de intervalo de guarda 720 (por ejemplo, una forma de onda de banda base compleja) y transmitir la señal resultante utilizando las una o más antenas 728a a 728n. Por ejemplo, los uno o más bloques de radiofrecuencia de transmisión 722 pueden emitir señales de radiofrecuencia (RF) a una o más antenas 728a a 728n, transmitiendo por ello los tonos de datos (por ejemplo, secuencia de VHT-LTF) y/o los tonos piloto (por ejemplo, pilotos de VHT-LTF) por un medio inalámbrico configurado adecuadamente para ser recibido por una o más estaciones 734.
- 40 **[0096]** Cabe señalar que el punto de acceso 702 puede determinar el ancho de banda del canal que se utilizará para las transmisiones a una o más estaciones 734. Esta determinación puede basarse en uno o más factores, tales como la compatibilidad de la estación 734, el número de estaciones 734 (para usar el canal de comunicación), la calidad del canal (por ejemplo, el ruido del canal) y/o un indicador recibido, etc. En una configuración, el punto de acceso 702 puede determinar si el ancho de banda para la transmisión de señales es de 20 MHz, 40 MHz, 80 MHz o 160 MHz.
- 45 **[0097]** Uno o más de los elementos 704, 706, 708, 714, 716, 718, 720, 722, 724, 726, 776 incluidos en el punto de acceso 702 pueden funcionar basándose en la determinación del ancho de banda. Por ejemplo, el bloque/módulo de generación de secuencias 704 puede generar una o más secuencias de entrenamiento particulares (por ejemplo, tonos de datos de VHT-LTF) en función del ancho de banda de transmisión. Adicional o alternativamente, el generador piloto 726 puede generar una serie de símbolos piloto basándose en el ancho de banda para la transmisión de señales. Por ejemplo, el generador de señales piloto 726 puede generar un cierto número de símbolos piloto para una señal de 80 MHz. Cabe señalar que los tonos o subportadoras 732 pueden ser subportadoras de multiplexado por división ortogonal de frecuencia (OFDM) 732 en algunas configuraciones.
- 50 **[0098]** Además, el bloque/módulo de inserción de señales piloto 706 puede insertar tonos piloto basándose en un ancho de banda para la transmisión de señales. Por ejemplo, el bloque/módulo de inserción de señales piloto
- 55
- 60
- 65

706 puede insertar símbolos piloto en tonos piloto (por ejemplo, subportadoras piloto 732) basándose en un ancho de banda para la transmisión de señales.

5 **[0099]** Además, el bloque/módulo de correlación 708 puede correlacionar matricialmente los tonos de datos y/o los tonos piloto en función del ancho de banda para la transmisión de señales. Por ejemplo, el bloque/módulo de correlación 708 puede correlacionar matricialmente una serie de tonos de datos (por ejemplo, subportadoras de datos 732) y una serie de tonos piloto (por ejemplo, subportadoras piloto 732) basándose en un ancho de banda para la transmisión de señales.

10 **[0100]** Uno o más flujos 730 pueden transmitirse desde el punto de acceso 702 de tal manera que las transmisiones en diferentes flujos 730 se puedan diferenciar en una estación 734 (con cierta probabilidad). Por ejemplo, los bits correlacionados con una dimensión espacial se transmiten como un flujo 730. Ese flujo 730 podría transmitirse en su propia antena 728, espacialmente independiente de otras antenas 728, su propia superposición ortogonal sobre una pluralidad de antenas espacialmente independientes 728, su propia polarización, etc. Se conocen y se pueden usar muchas técnicas para la separación del flujo 730 (que implican la separación de antenas 728 en el espacio u otras técnicas que permitirían que sus señales se distinguiesen en un receptor, por ejemplo). En el ejemplo que se muestra en la figura 7, hay uno o más flujos 730 que se transmiten usando el mismo número, o uno diferente, de antenas 728a a 728n (por ejemplo, una o más).

20 **[0101]** En el caso de que el punto de acceso 702 use una pluralidad de subportadoras de frecuencia 732, existen múltiples valores para la dimensión de frecuencia, de tal manera que algunos datos (por ejemplo, algunos datos de VHT-LTF) puedan ser correlacionados con una subportadora de frecuencia 732 y otros datos (por ejemplo, otros datos de VHT-LTF) con otra subportadora de frecuencia 732. Se pueden reservar otras subportadoras de frecuencia 732 como bandas de guarda, subportadoras de tonos piloto 732, o similares, que no (o no siempre) transportan datos. Por ejemplo, puede haber una o más subportadoras de datos 732 y una o más subportadoras de señales piloto 732. Se debería observar que, en algunos casos o configuraciones, no todas las subportadoras 732 pueden excitarse a la vez. Por ejemplo, algunos tonos pueden no ser excitados para habilitar el filtrado. En una configuración, el punto de acceso 702 puede utilizar el multiplexado por división ortogonal de frecuencia (OFDM) para la transmisión de múltiples subportadoras 732.

30 **[0102]** La dimensión del tiempo se refiere a períodos de símbolos. Se pueden asignar diferentes bits a diferentes períodos de símbolos. Allí donde hay múltiples flujos 730, múltiples subportadoras 732 y múltiples períodos de símbolos, la transmisión para un período de símbolos podría denominarse un "símbolo de OFDM (multiplexado por división ortogonal de frecuencia) de MIMO (múltiples entradas, múltiples salidas)". Una velocidad de transmisión para datos codificados puede determinarse multiplicando el número de bits por cada símbolo simple (por ejemplo,  $\log_2$  del número de constelaciones usadas) por el número de flujos 730 por el número de subportadoras de datos 732, dividido entre la longitud del período de símbolos.

40 **[0103]** Una o más estaciones 734 pueden recibir y usar señales procedentes del punto de acceso 702. Por ejemplo, una estación 734 puede usar un indicador de ancho de banda recibido para recibir un número dado de tonos de OFDM o subportadoras 732. En una configuración, una estación 734 puede usar una secuencia de VHT-LTF generada por y recibida desde el punto de acceso 702 para estimar el canal. Debería observarse que uno o más de los elementos incluidos en la estación (STA) 734 pueden implementarse en software, hardware o una combinación de ambos.

45 **[0104]** Una estación 734 puede incluir una o más antenas 754a a 754n (que pueden ser mayores, menores o iguales que el número de antenas 728a a 728n del punto de acceso 702 y/o el número de flujos 730) que alimentan uno o más bloques de radiofrecuencia de recepción 752. Los uno o más bloques de radiofrecuencia de recepción 752 pueden emitir señales analógicas a uno o más convertidores de analógico a digital (ADC) 750. Por ejemplo, un bloque de radiofrecuencia de recepción 752 puede recibir y disminuir en frecuencia una señal, que puede proporcionarse a un convertidor de analógico a digital 750. Al igual que con el punto de acceso 702, el número de flujos espaciales 730 procesados puede o no ser igual al número de antenas 754a a 754n. Además, cada flujo 730 no necesita estar limitado a una antena 754, ya que se pueden usar diversas técnicas de orientación de haces, ortogonalización, etc., para llegar a una pluralidad de flujos del receptor.

55 **[0105]** Los uno o más convertidores de analógico a digital (ADC) 750 pueden convertir la(s) señal(es) analógica(s) recibida(s) en una o más señales digitales. La(s) salida(s) de los uno o más convertidores de analógico a digital (ADC) 750 se puede(n) proporcionar a uno o más bloques/módulos de sincronización de tiempo y/o frecuencia 748. Un bloque/módulo de sincronización de tiempo y/o frecuencia 748 puede (intentar) sincronizar o alinear la señal digital en el tiempo y/o la frecuencia (con un reloj de la estación 734, por ejemplo).

60 **[0106]** La salida (sincronizada) de los uno o más bloques/módulos de sincronización en tiempo y/o frecuencia 748 puede proporcionarse a uno o más deformateadores 746. Por ejemplo, un deformateador 746 puede recibir una salida de los uno o más bloques/módulos de sincronización en tiempo y/o frecuencia 748, eliminar intervalos de guarda, etc., y/o paralelizar los datos para el procesamiento de la transformación discreta de Fourier (DFT).

65

**[0107]** Se pueden proporcionar una o más salidas del deformateador 746 a uno o más bloques/módulos de transformación discreta de Fourier (DFT) 744. Los bloques/módulos de transformación discreta de Fourier (DFT) 744 pueden convertir una o más señales desde el dominio del tiempo al dominio de la frecuencia. Un procesador de señales piloto 742 puede usar las señales del dominio de la frecuencia (por cada flujo 730, por ejemplo) para determinar uno o más tonos piloto (sobre los flujos 730, las subportadoras de frecuencia 732 y/o los grupos de períodos de símbolos, por ejemplo) enviados por el punto de acceso 702. El procesador de señales piloto 742 puede desaleatorizar, de manera adicional o alternativa, la secuencia piloto. El procesador de señales piloto 742 puede usar las una o más secuencias piloto descritas en el presente documento para el rastreo de fase, frecuencia y/o amplitud. Los uno o más tonos piloto pueden proporcionarse a un bloque/módulo de detección y/o decodificación de espacio-tiempo-frecuencia 740, que puede detectar y/o decodificar los datos por las diversas dimensiones. El bloque/módulo de detección y/o decodificación de espacio-tiempo-frecuencia 740 puede emitir los datos recibidos 736 (por ejemplo, la estimación de la estación 734 de los datos transmitidos por el punto de acceso 702).

**[0108]** En algunas configuraciones, la estación 734 conoce las secuencias (por ejemplo, datos de VHT-LTF, secuencias de entrenamiento, etc.) enviadas como parte de una secuencia de información total. La estación 734 puede llevar a cabo la estimación de canal con la ayuda de estas secuencias conocidas. Para facilitar el rastreo de tonos piloto, el procesamiento y/o la detección y decodificación de datos, un bloque/módulo de estimación de canal 738 puede proporcionar señales de estimación (por ejemplo, estimaciones de canal) al procesador de señales piloto 742, al bloque/módulo de detección y/o decodificación de espacio-tiempo-frecuencia 740 y/o al transmisor 780 (por ejemplo, circuitos transmisores), basándose en la salida del bloque/módulo de sincronización en tiempo y/o frecuencia 748. Alternativamente, si el deformateo y la transformación discreta de Fourier son los mismos, tanto para las secuencias de transmisión conocidas como para la parte de datos de carga útil de la secuencia de información total, las señales de estimación pueden proporcionarse al procesador de señales piloto 742 y/o al bloque/módulo de detección y/o decodificación de espacio-tiempo-frecuencia 740 y/o al transmisor 780, basándose en la salida de los bloques/módulos de transformación discreta de Fourier (DFT) 744.

**[0109]** De acuerdo a los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento, la estación 734 puede recibir una secuencia (por ejemplo, datos de VHT-LTF) que se correlaciona de acuerdo a una matriz con al menos una columna multiplicada por -1. Por ejemplo, la estación 734 puede recibir una secuencia de VHT-LTF o datos de VHT-LTF (por ejemplo, secuencia de entrenamiento) que han sido correlacionados utilizando la matriz P 710, que tiene al menos una de sus columnas multiplicada por -1. Por ejemplo, la matriz de DFT ilustrada en la Ecuación (3) con una o más de sus columnas multiplicadas por -1 se puede usar para correlacionar los datos o la secuencia de VHT-LTF que es recibida por la estación 734.

**[0110]** La estación 734 (por ejemplo, el bloque/módulo de estimación de canal 738) puede usar los datos o la secuencia recibidos para generar una estimación de canal. La estación 734 puede usar la estimación de canal para mejorar las comunicaciones entre el punto de acceso 702 y la estación 734. Por ejemplo, la estación 734 puede usar la estimación de canal para recibir mejor (por ejemplo, demodular, decodificar, etc.) los datos enviados desde el punto de acceso 702. Adicional o alternativamente, la estación 734 puede enviar la estimación del canal (como retroalimentación) al punto de acceso 702 para su uso en la precodificación, el control de haces, etc. En algunas configuraciones, por ejemplo, la estación 734 puede incluir un transmisor 780 para transmitir la estimación del canal al punto de acceso 702. Por consiguiente, el punto de acceso 702 también puede incluir un receptor 776 para recibir señales (tales como la estimación del canal) desde la estación 734 en algunas configuraciones. Los tonos piloto recibidos en el VHT-LTF se pueden usar para rastrear la frecuencia y el desfase en las transmisiones recibidas.

**[0111]** En algunas configuraciones, la estación 734 puede determinar un ancho de banda de canal (para comunicaciones recibidas). Por ejemplo, la estación 734 puede recibir una indicación de ancho de banda desde el punto de acceso 702, que indica un ancho de banda de canal. Por ejemplo, la estación 734 puede obtener una indicación de ancho de banda explícita o implícita. En una configuración, la indicación de ancho de banda puede indicar un ancho de banda de canal de 20 MHz, 40 MHz, 80 MHz o 160 MHz. La estación 734 puede determinar el ancho de banda para comunicaciones recibidas basándose en esta indicación y proporcionar una indicación del ancho de banda determinado al procesador de señales piloto 742 y/o al bloque/módulo de detección/decodificación de espacio-tiempo-frecuencia 740.

**[0112]** En la configuración ilustrada en la Figura 7, la estación 734 puede incluir un transmisor 780. El transmisor 780 puede realizar operaciones similares a las realizadas por uno o más de los elementos 706, 708, 714, 716, 718, 720, 722, 724, 726 incluidos en el punto de acceso 702, para transmitir una secuencia (que ha sido correlacionada, usando una matriz con al menos una columna multiplicada por -1) proporcionada por un bloque/módulo de generación de secuencias 778.

**[0113]** En la configuración ilustrada en la Figura 7, el punto de acceso 702 puede incluir un receptor 776. El receptor 776 puede realizar operaciones similares a las realizadas por uno o más de los elementos 740, 742, 744, 746, 748, 750, 752, 738 incluidos en la estación 734 para recibir una secuencia (que ha sido correlacionada usando un matriz con al menos una columna multiplicada por -1) desde una o más estaciones 734. Por ejemplo, el receptor

776 puede realizar una o más funciones con el fin de proporcionar los datos recibidos 774 y/o proporcionar una estimación de canal a los uno o más bloques de frecuencia de radio de transmisión 722. Por lo tanto, como se ilustra en la Figura 7, las comunicaciones bidireccionales entre el punto de acceso 702 y la estación 734 pueden ocurrir en uno o más flujos 730 y en una o más subportadoras 732. En una configuración, esto puede permitir una retroalimentación de estimación de canal bidireccional entre el punto de acceso 702 y la estación 734.

**[0114]** La figura 8 es un diagrama de bloques de un dispositivo de comunicación 882 que puede usarse en un sistema de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO). Ejemplos del dispositivo de comunicación 882 pueden incluir los dispositivos de comunicación de transmisión 102, los dispositivos de comunicación de recepción 134, los puntos de acceso (AP) 702, las estaciones (STA) 734, las estaciones base, los equipos de usuario (UE), etc. En el dispositivo de comunicación 882, los datos para un cierto número de flujos de datos se proporcionan desde uno o más orígenes de datos 884 y/o un procesador de aplicaciones 886 a un procesador de banda base 890. En particular, pueden proporcionarse datos a un bloque/módulo de procesamiento de transmisión 894 incluido en el procesador de banda base 890. Cada flujo de datos puede transmitirse luego a través de una respectiva antena de transmisión 811a. El bloque/módulo de procesamiento de transmisión 894 puede formatear, codificar y/o intercalar los datos para cada flujo de datos, basándose en un esquema de codificación particular seleccionado para que ese flujo de datos proporcione datos codificados.

**[0115]** El bloque/módulo de procesamiento de transmisión 894 puede llevar a cabo uno o más de los procedimientos 400, 500 ilustrados en las figuras 4 y 5. Por ejemplo, el bloque/módulo de procesamiento de transmisión 894 puede incluir un bloque/módulo de correlación 896. El bloque/módulo de correlación 896 puede ejecutar instrucciones para correlacionar datos (por ejemplo, una secuencia de VHT-LTF) y/o datos piloto (por ejemplo, pilotos VHT-LTF), como se describe anteriormente.

**[0116]** Los datos codificados para cada flujo de datos pueden multiplexarse con datos piloto desde un generador de señales piloto 892, usando técnicas de multiplexado por división ortogonal de frecuencia (OFDM). Los datos piloto pueden ser un patrón de datos conocido que se procesa de una manera conocida y que puede usarse en un receptor para estimar la respuesta del canal. Los datos piloto multiplexados y codificados para cada flujo pueden modularse entonces (es decir, correlacionarse con símbolos) basándose en un esquema de modulación particular (por ejemplo, modulación por desplazamiento de fase binaria (BPSK), modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK), modulación por desplazamiento de fase múltiple (M-PSK), modulación de amplitud en cuadratura (QAM) o modulación de amplitud en cuadratura multi-nivel (M-QAM)) seleccionado para ese flujo de datos para proporcionar símbolos de modulación. La velocidad de transferencia de datos, la codificación y la modulación para cada flujo de datos pueden determinarse mediante instrucciones llevadas a cabo por un procesador (por ejemplo, el procesador de banda base 890, el procesador de aplicaciones 886, etc.).

**[0117]** Los símbolos de modulación para todos los flujos de datos se pueden proporcionar a un bloque/módulo de procesamiento de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) de transmisión (TX) 805, que puede procesar adicionalmente los símbolos de modulación (por ejemplo, para el OFDM). El bloque/módulo de procesamiento de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) de transmisión (TX) 805 proporciona entonces un cierto número de flujos de símbolos de modulación a los transmisores 809a a 809n. El bloque/módulo de procesamiento de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) de transmisión (TX) 805 puede aplicar ponderaciones de conformación de haces a los símbolos de los flujos de datos y a la antena 811 desde la que se está transmitiendo el símbolo.

**[0118]** Cada transmisor 809a a 809n puede recibir y procesar un respectivo flujo de símbolos para proporcionar una o más señales analógicas, y acondicionar adicionalmente las señales analógicas (por ejemplo, amplificar, filtrar y aumentar en frecuencia) para proporcionar una señal modulada adecuada para su transmisión por el canal de MIMO. Las señales moduladas desde los transmisores 809a a 809n se transmiten luego respectivamente desde las antenas 811a a 811n. Por ejemplo, la señal modulada puede transmitirse a otro dispositivo de comunicación (no ilustrado en la figura 8).

**[0119]** El dispositivo de comunicación 882 puede recibir señales moduladas (desde otro dispositivo de comunicación). Estas señales moduladas se reciben mediante las antenas 811 y se acondicionan mediante los receptores 809 (por ejemplo, se filtran, se amplifican, se disminuyen en frecuencia, se digitalizan). En otras palabras, cada receptor 809a a 809n puede acondicionar (por ejemplo, filtrar, amplificar y disminuir en frecuencia) una señal recibida respectiva, digitalizar la señal acondicionada para proporcionar muestras y procesar adicionalmente las muestras para proporcionar un correspondiente flujo de símbolos "recibido".

**[0120]** Un bloque/módulo de procesamiento de recepción 801 incluido en el procesador de banda base 890 recibe y procesa entonces los flujos de símbolos recibidos desde los receptores 809 basándose en una técnica de procesamiento de receptor particular para proporcionar un cierto número de flujos "detectados". El bloque/módulo de procesamiento de recepción 801 puede demodular, desintercalar y decodificar cada flujo para recuperar los datos de tráfico para el flujo de datos.

**[0121]** El bloque/módulo de procesamiento de recepción 801 puede llevar a cabo el procedimiento 600 ilustrado en la figura 6 en algunas configuraciones. Por ejemplo, el bloque/módulo de procesamiento de recepción 801

puede incluir un bloque/módulo de estimación de canal 803. El bloque/módulo de estimación de canal 803 puede ejecutar instrucciones para estimar un canal basándose en una secuencia recibida que ha sido correlacionada utilizando una matriz con al menos una columna multiplicada por -1. Adicional o alternativamente, el bloque/módulo de procesamiento de recepción 801 puede recibir una estimación de canal desde otro dispositivo.

**[0122]** Un bloque/módulo de procesamiento de precodificación 898 incluido en el procesador de banda base 890 puede recibir información de estado de canal (CSI), que puede incluir una estimación de canal, desde el bloque/módulo de procesamiento de recepción 801. A continuación, el bloque/módulo de procesamiento de precodificación 898 determina qué matriz de precodificación usar para determinar las ponderaciones de conformación de haces y, a continuación, procesa el mensaje extraído. Se debería observar que el procesador de banda base 890 puede almacenar información en, y recuperar información de, la memoria de banda base 807.

**[0123]** Los datos recuperados por el procesador de banda base 890 pueden proporcionarse al procesador de aplicaciones 886. El procesador de aplicaciones 886 puede almacenar información en, y recuperar información de, la memoria de aplicaciones 888.

**[0124]** Cabe señalar que el dispositivo de comunicación 882 puede incluir el bloque/módulo de correlación 896 o el bloque/módulo de estimación de canal 803, pero no ambos, en algunas configuraciones. En otras configuraciones, el dispositivo de comunicación 882 puede incluir tanto el bloque/módulo de correlación 896 como el bloque/módulo de estimación de canal 803.

**[0125]** En una configuración, el dispositivo de comunicación 882 puede incluir el bloque/módulo de correlación 896, pero no el bloque/módulo de estimación de canal 803. En esta configuración, el bloque/módulo de correlación 896 puede correlacionar una secuencia (por ejemplo, datos de VHT-LTF o secuencia de VHT-LTF) utilizando una primera matriz (por ejemplo, la matriz P) con al menos una columna multiplicada por -1. La secuencia (por ejemplo, un VHT-LTF) se puede transmitir luego a otro dispositivo. El otro dispositivo puede usar la secuencia para generar una estimación de canal, que puede transmitirse de vuelta al dispositivo de comunicación 882. El dispositivo de comunicación 882 (por ejemplo, el bloque/módulo de procesamiento de recepción 801) puede extraer la estimación de canal (como información de estado de canal (CSI), por ejemplo), que puede proporcionarse al bloque/módulo de procesamiento de precodificación 898 para precodificar señales para su transmisión.

**[0126]** En otra configuración, el dispositivo de comunicación 882 puede incluir el bloque/módulo de estimación de canal 803, pero no el bloque/módulo de correlación 896. En esta configuración, el dispositivo de comunicación 882 puede enviar, optativamente, una solicitud de entrenamiento a otro dispositivo. El dispositivo de comunicación 882 puede recibir una secuencia (por ejemplo, una secuencia de VHT-LTF) que ha sido correlacionada utilizando una matriz (por ejemplo, la matriz P) con al menos una columna multiplicada por -1. El bloque/módulo de estimación de canal 803 puede usar la secuencia para generar una estimación de canal (por ejemplo, información de estado de canal (CSI)). La estimación de canal puede transmitirse al otro dispositivo, que puede utilizar la estimación de canal para precodificar señales para su transmisión (señales que pueden ser recibidas por el dispositivo de comunicación 882).

**[0127]** En otra configuración más, el dispositivo de comunicación 882 puede incluir tanto el bloque/módulo de correlación 896 como el bloque/módulo de estimación de canal 803. En esta configuración, el dispositivo de comunicación 882 puede enviar una secuencia correlacionada matricialmente a otro dispositivo, que se puede usar para generar una estimación de canal que se retroalimenta al dispositivo de comunicación 882 para mejorar las transmisiones (por ejemplo, la precodificación). El dispositivo de comunicación puede recibir adicionalmente una secuencia independiente, matricialmente correlacionada, desde otro dispositivo y usar esta secuencia para generar una estimación de canal independiente que es realimentada al otro dispositivo para su uso en la mejora de las transmisiones (por ejemplo, la precodificación).

**[0128]** La figura 9 ilustra ciertos componentes que pueden incluirse dentro de un dispositivo de comunicación 913. El dispositivo de comunicación de transmisión 102, el dispositivo de comunicación de recepción 134, el punto de acceso 702, la estación (STA) 734 y/o el dispositivo de comunicación 882, descritos anteriormente, pueden configurarse de manera similar al dispositivo de comunicación 913 que se muestra en la figura 9.

**[0129]** El dispositivo móvil 913 incluye un procesador 931. El procesador 931 puede ser un microprocesador de propósito general con un único chip o varios chips (por ejemplo, una ARM), un microprocesador de propósito especial (por ejemplo, un procesador de señales digitales (DSP)), un micro-controlador, una formación de compuertas programables, etc. El procesador 931 puede denominarse una unidad de procesamiento central (CPU). Aunque solo se muestra un único procesador 931 en el dispositivo electrónico 913 de la figura 9, en una configuración alternativa, podría usarse una combinación de procesadores (por ejemplo, una máquina avanzada, ordenador de conjunto reducido de instrucciones (RISC), (ARM) y un procesador de señales digitales (DSP)).

**[0130]** El dispositivo de comunicación 913 también incluye una memoria 915 en comunicación electrónica con el procesador 931 (es decir, el procesador 931 puede leer información de, y/o escribir información en, la memoria 915). La memoria 915 puede ser cualquier componente electrónico capaz de almacenar información electrónica.

La memoria 915 puede ser una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM), medios de almacenamiento de disco magnético, medios de almacenamiento ópticos, dispositivos de memoria flash en RAM, una memoria de a bordo incluida con el procesador, una memoria de solo lectura programable (PROM), memoria de solo lectura programable y borrable (EPROM), PROM eléctricamente borrable (EEPROM), registros, etc., incluyendo combinaciones de los mismos.

**[0131]** Los datos 917a y las instrucciones 919a pueden almacenarse en la memoria 915. Las instrucciones 919a pueden incluir uno o más programas, rutinas, subrutinas, funciones, procedimientos, código, etc. Las instrucciones 919a pueden incluir una única sentencia legible por ordenador (por ejemplo, legible por procesador) o muchas sentencias legibles por ordenador. Las instrucciones 919a pueden ser ejecutables por el procesador 931 para implementar uno o más de los procedimientos 400, 500, 600 descritos anteriormente. La ejecución de las instrucciones 919a puede implicar el uso de los datos 917a que están almacenados en la memoria 915. La figura 9 muestra algunas instrucciones 919b y datos 917b que se cargan en el procesador 931 (que pueden proceder de las instrucciones 919a y los datos 917a en la memoria 915).

**[0132]** El dispositivo de comunicación 913 también puede incluir un transmisor 927 y un receptor 929 para permitir la transmisión y recepción de señales entre el dispositivo de comunicación 913 y una localización remota (por ejemplo, otro dispositivo de comunicación, terminal de acceso, punto de acceso, etc.). El transmisor 927 y el receptor 929 pueden denominarse en conjunto transceptor 925. Una antena 923 puede acoplarse eléctricamente al transceptor 925. El dispositivo inalámbrico 913 puede incluir también múltiples transmisores, múltiples receptores, múltiples transceptores y/o múltiples antenas (no mostrados).

**[0133]** Los diversos componentes del dispositivo de comunicación 913 pueden acoplarse entre sí mediante uno o más buses, que pueden incluir un bus de potencia, un bus de señales de control, un bus de señales de estado, un bus de datos, etc. Para simplificar, los diversos buses se ilustran en la figura 9 como un sistema de bus 921.

**[0134]** La figura 10 ilustra diversos componentes que pueden incluirse dentro de un dispositivo de comunicación inalámbrica 1033. Uno o más entre el dispositivo de comunicación de transmisión 102, el dispositivo de comunicación de recepción 134, la estación (STA) 734 y el dispositivo de comunicación 882, descritos anteriormente, pueden configurarse de manera similar al dispositivo de comunicación inalámbrica 1033 que se muestra en la figura 10.

**[0135]** El dispositivo de comunicación inalámbrica 1033 incluye un procesador 1053. El procesador 1053 puede ser un microprocesador de propósito general con un único chip o varios chips (por ejemplo, una ARM), un microprocesador de propósito especial (por ejemplo, un procesador de señales digitales (DSP)), un micro-controlador, una formación de compuertas programables, etc. El procesador 1053 puede denominarse una unidad de procesamiento central (CPU). Aunque únicamente se muestra un solo procesador 1053 en el dispositivo de comunicación inalámbrica 1033 de la figura 10, en una configuración alternativa, podría usarse una combinación de procesadores 1053 (por ejemplo, una máquina avanzada, ordenador de conjunto reducido de instrucciones (RISC) (ARM) y un procesador de señales digitales (DSP)).

**[0136]** El dispositivo de comunicación inalámbrica 1033 también incluye una memoria 1035 en comunicación electrónica con el procesador 1053 (es decir, el procesador 1053 puede leer información de, y/o escribir información en, la memoria 1035). La memoria 1035 puede ser cualquier componente electrónico capaz de almacenar información electrónica. La memoria 1035 puede ser una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM), medios de almacenamiento de disco magnético, medios de almacenamiento ópticos, dispositivos de memoria flash en RAM, una memoria de a bordo incluida con el procesador 1053, una memoria de solo lectura programable (PROM), una memoria de solo lectura programable y borrable (EPROM), PROM eléctricamente borrable (EEPROM), registros, y así sucesivamente, incluyendo combinaciones de los mismos.

**[0137]** En la memoria 1035, pueden almacenarse datos 1037a e instrucciones 1039a. Las instrucciones 1039a pueden incluir uno o más programas, rutinas, subrutinas, funciones, procedimientos, código, etc. Las instrucciones 1039a pueden incluir una única sentencia legible por ordenador (por ejemplo, legible por procesador) o muchas sentencias legibles por ordenador. Las instrucciones 1039a pueden ser ejecutables por el procesador 1053 para implementar uno o más de los procedimientos 400, 500, 600 descritos anteriormente. La ejecución de las instrucciones 1039a puede implicar el uso de los datos 1037a que están almacenados en la memoria 1035. La figura 10 muestra algunas instrucciones 1039b y datos 1037b que se cargan en el procesador 1053 (que pueden proceder de las instrucciones 1039a y los datos 1037a en la memoria 1035).

**[0138]** El dispositivo de comunicación inalámbrica 1033 también puede incluir un transmisor 1049 y un receptor 1051 para permitir la transmisión y la recepción de señales entre el dispositivo de comunicación inalámbrica 1033 y una localización remota (por ejemplo, otro dispositivo electrónico, dispositivo de comunicación, etc.). El transmisor 1049 y el receptor 1051 pueden denominarse en conjunto transceptor 1047. Una antena 1055 puede acoplarse eléctricamente al transceptor 1047. El dispositivo de comunicación inalámbrica 1033 puede incluir también múltiples transmisores 1049, múltiples receptores 1051, múltiples transceptores 1047 y/o múltiples antenas 1055 (no mostrados).

- 5 **[0139]** En algunas configuraciones, el dispositivo de comunicación inalámbrica 1033 puede incluir uno o más micrófonos 1041 para capturar señales acústicas. En una configuración, un micrófono 1041 puede ser un transductor que convierte señales acústicas (por ejemplo, voz, conversación) en señales eléctricas o electrónicas. De manera adicional o alternativa, el dispositivo de comunicación inalámbrica 1033 puede incluir uno o más altavoces 1043. En una configuración, un altavoz 1043 puede ser un transductor que convierte las señales eléctricas o electrónicas en señales acústicas.
- 10 **[0140]** Los diversos componentes del dispositivo de comunicación inalámbrica 1033 pueden acoplarse entre sí mediante uno o más buses, que pueden incluir un bus de potencia, un bus de señales de control, un bus de señales de estado, un bus de datos, etc. Para simplificar, los diversos buses se ilustran en la figura 10 como un sistema de bus 1045.
- 15 **[0141]** En la descripción anterior, los números de referencia se han usado a veces en relación con diversos términos. Cuando se usa un término en relación con un número de referencia, esto puede pretender referirse a un elemento específico que se muestra en una o más de las figuras. Cuando se usa un término sin un número de referencia, esto puede pretender referirse en general al término sin limitación a ninguna figura particular.
- 20 **[0142]** El término "determinar" abarca una amplia variedad de acciones y, por lo tanto, "determinar" puede incluir calcular, computar, procesar, obtener, investigar, consultar (por ejemplo, consultar una tabla, una base de datos u otra estructura de datos), verificar y similares. Además, "determinar" puede incluir recibir (por ejemplo, recibir información), acceder, (por ejemplo, acceder a datos de una memoria) y similares. Asimismo, "determinar" puede incluir resolver, seleccionar, elegir, establecer y similares.
- 25 **[0143]** La expresión "en función de/basándose en" no significa "en función de únicamente/basándose únicamente en", a menos que se especifique expresamente lo contrario. Dicho de otro modo, la expresión "en función de/basándose en" describe tanto "en función de únicamente/basándose únicamente en" como "en función de al menos/basándose al menos en".
- 30 **[0144]** Las funciones descritas en el presente documento pueden almacenarse en forma de una o más instrucciones en un medio legible por procesador o legible por ordenador. La expresión "medio legible por ordenador" se refiere a cualquier medio disponible al que se pueda acceder mediante un ordenador o un procesador. A modo de ejemplo, y no de manera limitativa, tal medio puede comprender una RAM, ROM, EEPROM, memoria flash, CD-ROM u otro almacenamiento de disco óptico, almacenamiento de disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnéticos, o cualquier otro medio que pueda usarse para almacenar código de programa deseado en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que se pueda acceder por un ordenador o procesador. Los discos, tal y como se usan en el presente documento, incluyen discos compactos (CD), discos de láser, discos ópticos, discos versátiles digitales (DVD), discos flexibles y discos Bluray®, donde algunos discos normalmente reproducen datos de manera magnética, mientras que otros discos reproducen los datos de manera óptica con láser. Debería apreciarse que un medio legible por ordenador puede ser tangible y no transitorio. El término "producto de programa informático" se refiere a un dispositivo o procesador informático en combinación con código o instrucciones (por ejemplo, un "programa") que se pueden ejecutar, procesar o calcular mediante el dispositivo o procesador informático. Según se usa en el presente documento, el término "código" puede referirse a software, instrucciones, código o datos que es/son ejecutable/s por un dispositivo o procesador informático.
- 35 **[0145]** El software o las instrucciones pueden transmitirse también por un medio de transmisión. 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 trenzado, una línea de abonado digital (DSL) o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par trenzado, la DSL o las tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas se incluyen en la definición de medio de transmisión.
- 40 **[0146]** Los procedimientos divulgados en el presente documento comprenden una o más etapas o acciones para lograr el procedimiento descrito. Las etapas y/o acciones de procedimiento se pueden intercambiar entre sí sin apartarse del alcance de las reivindicaciones. Dicho de otro modo, a menos que se requiera un orden específico de etapas o acciones para un funcionamiento adecuado del procedimiento que se describe, el orden y/o el uso de etapas y/o acciones específicas puede modificarse sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.
- 45 **[0147]** El presente documento describe un sistema de comunicación inalámbrica que puede incluir uno o más dispositivos de comunicación inalámbrica que operan en un modo de comunicación inalámbrica de banda ancha. El sistema de comunicación inalámbrica puede incluir uno o más dispositivos de comunicación inalámbrica que operan en un modo de comunicación inalámbrica de banda ancha. El sistema de comunicación inalámbrica puede incluir uno o más dispositivos de comunicación inalámbrica que operan en un modo de comunicación inalámbrica de banda ancha.
- 50 **[0148]** El presente documento describe un sistema de comunicación inalámbrica que puede incluir uno o más dispositivos de comunicación inalámbrica que operan en un modo de comunicación inalámbrica de banda ancha. El sistema de comunicación inalámbrica puede incluir uno o más dispositivos de comunicación inalámbrica que operan en un modo de comunicación inalámbrica de banda ancha. El sistema de comunicación inalámbrica puede incluir uno o más dispositivos de comunicación inalámbrica que operan en un modo de comunicación inalámbrica de banda ancha.
- 55 **[0149]** El presente documento describe un sistema de comunicación inalámbrica que puede incluir uno o más dispositivos de comunicación inalámbrica que operan en un modo de comunicación inalámbrica de banda ancha. El sistema de comunicación inalámbrica puede incluir uno o más dispositivos de comunicación inalámbrica que operan en un modo de comunicación inalámbrica de banda ancha. El sistema de comunicación inalámbrica puede incluir uno o más dispositivos de comunicación inalámbrica que operan en un modo de comunicación inalámbrica de banda ancha.
- 60 **[0150]** El presente documento describe un sistema de comunicación inalámbrica que puede incluir uno o más dispositivos de comunicación inalámbrica que operan en un modo de comunicación inalámbrica de banda ancha. El sistema de comunicación inalámbrica puede incluir uno o más dispositivos de comunicación inalámbrica que operan en un modo de comunicación inalámbrica de banda ancha. El sistema de comunicación inalámbrica puede incluir uno o más dispositivos de comunicación inalámbrica que operan en un modo de comunicación inalámbrica de banda ancha.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento (400) para generar una secuencia de campos de entrenamiento largos de muy alto caudal, VHT-LTF, en un dispositivo de comunicación, que comprende:

5

aplicar (404) una primera matriz a secuencias de VHT-LTF en 5 o 6 flujos, en donde la primera matriz es una matriz de DFT de tamaño 6x6 con al menos una columna multiplicada por -1; y

10

aplicar una segunda matriz a una secuencia de señales piloto, en donde la segunda matriz comprende una serie de réplicas de una primera fila de la primera matriz.

2. El procedimiento (400) de la reivindicación 1, en el que la primera matriz se da de acuerdo a una ecuación

$$P_{6 \times 6} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 & 1 & 1 & -1 \\ 1 & -w^1 & w^2 & w^3 & w^4 & -w^5 \\ 1 & -w^2 & w^4 & w^6 & w^8 & -w^{10} \\ 1 & -w^3 & w^6 & w^9 & w^{12} & -w^{15} \\ 1 & -w^4 & w^8 & w^{12} & w^{16} & -w^{20} \\ 1 & -w^5 & w^{10} & w^{15} & w^{20} & -w^{25} \end{bmatrix}, \text{ en donde } P_{6 \times 6} \text{ es la primera matriz y } w = \exp\left(\frac{-j2\pi}{6}\right).$$

3. El procedimiento (400) de la reivindicación 1, en el que la primera matriz se da de acuerdo a una ecuación

15

$$P_{6 \times 6} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -w^1 & w^2 & w^3 & -w^4 & -w^5 \\ 1 & -w^2 & w^4 & w^6 & -w^8 & -w^{10} \\ 1 & -w^3 & w^6 & w^9 & -w^{12} & -w^{15} \\ 1 & -w^4 & w^8 & w^{12} & -w^{16} & -w^{20} \\ 1 & -w^5 & w^{10} & w^{15} & -w^{20} & -w^{25} \end{bmatrix}, \text{ en donde } P_{6 \times 6} \text{ es la primera matriz y } w = \exp\left(\frac{-j2\pi}{6}\right).$$

4. El procedimiento (400) de la reivindicación 1, en el que el dispositivo de comunicación es un punto de acceso.

20

5. El procedimiento (400) de la reivindicación 1, en el que el dispositivo de comunicación es una estación.

6. Un aparato (913, 1033) para generar una secuencia matricialmente correlacionada, que comprende:

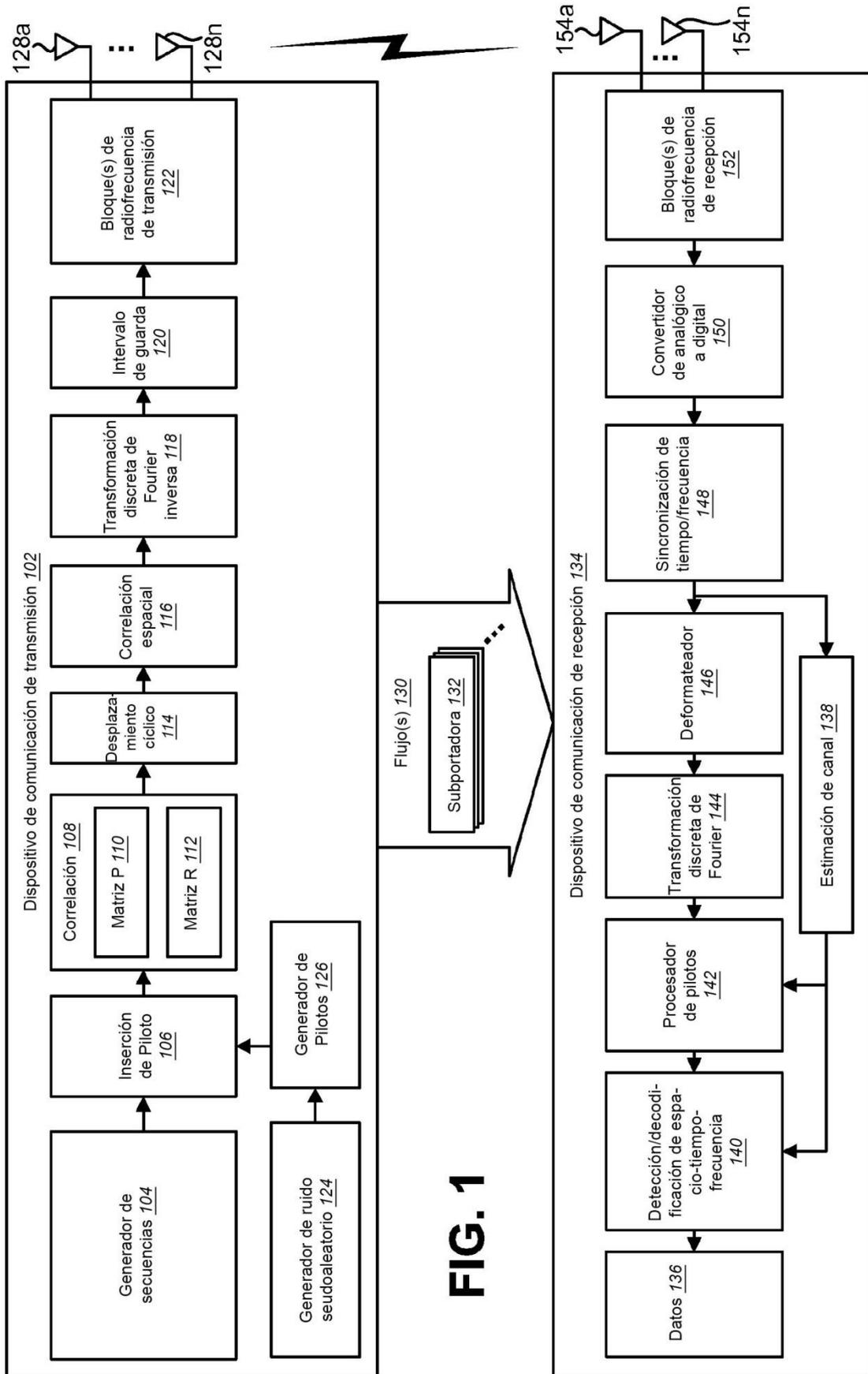
25

medios para aplicar (404) una primera matriz a secuencias de VHT-LTF en 5 o 6 flujos, en donde la primera matriz es una matriz de DFT de tamaño 6x6 con al menos una columna multiplicada por -1; y

30

medios para aplicar una segunda matriz a una secuencia piloto, en donde la segunda matriz comprende una serie de réplicas de una primera fila de la primera matriz.

7. Un programa informático que comprende instrucciones de programa que son ejecutables por ordenador para implementar el procedimiento de una de las reivindicaciones 1 a 5.



**FIG. 1**

200 →

Preámbulo de la norma 802.11ac 264

Campo de entrenamiento corto heredado (L-STF) <u>256</u>	Campo de entrenamiento largo heredado (L-LTF) <u>258</u>	Campo de señal heredado (L-SIG) <u>260</u>	Señal(es) de muy alto caudal A (VHT-SIG-A) <u>262</u>	Campo de entrenamiento corto de muy alto caudal (VHT-STF) <u>266</u>	Campo(s) de entrenamiento largos de muy alto caudal (VHT-LTF) <u>268</u>	Señal de muy alto caudal B (VHT-SIG-B) <u>270</u>	Campo de datos (DATA) <u>272</u>
--	--	--	---	--	--	---	----------------------------------

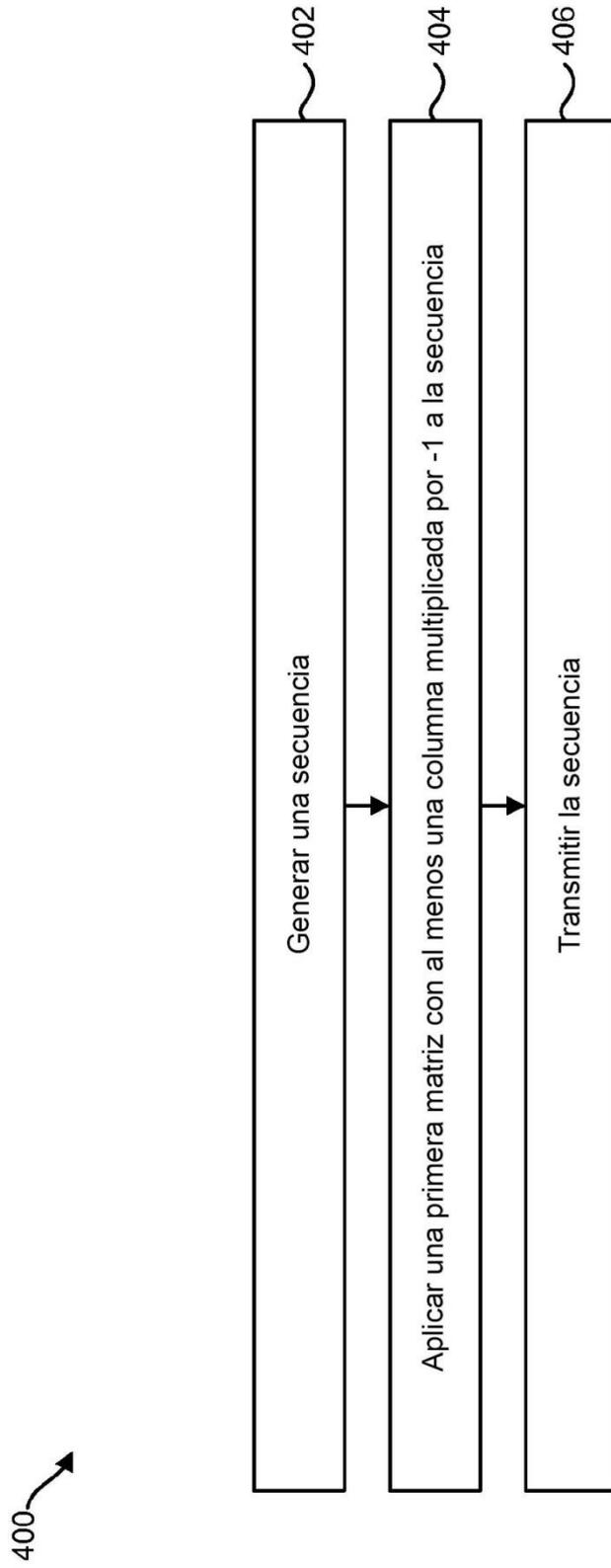
**FIG. 2**

300 ↗

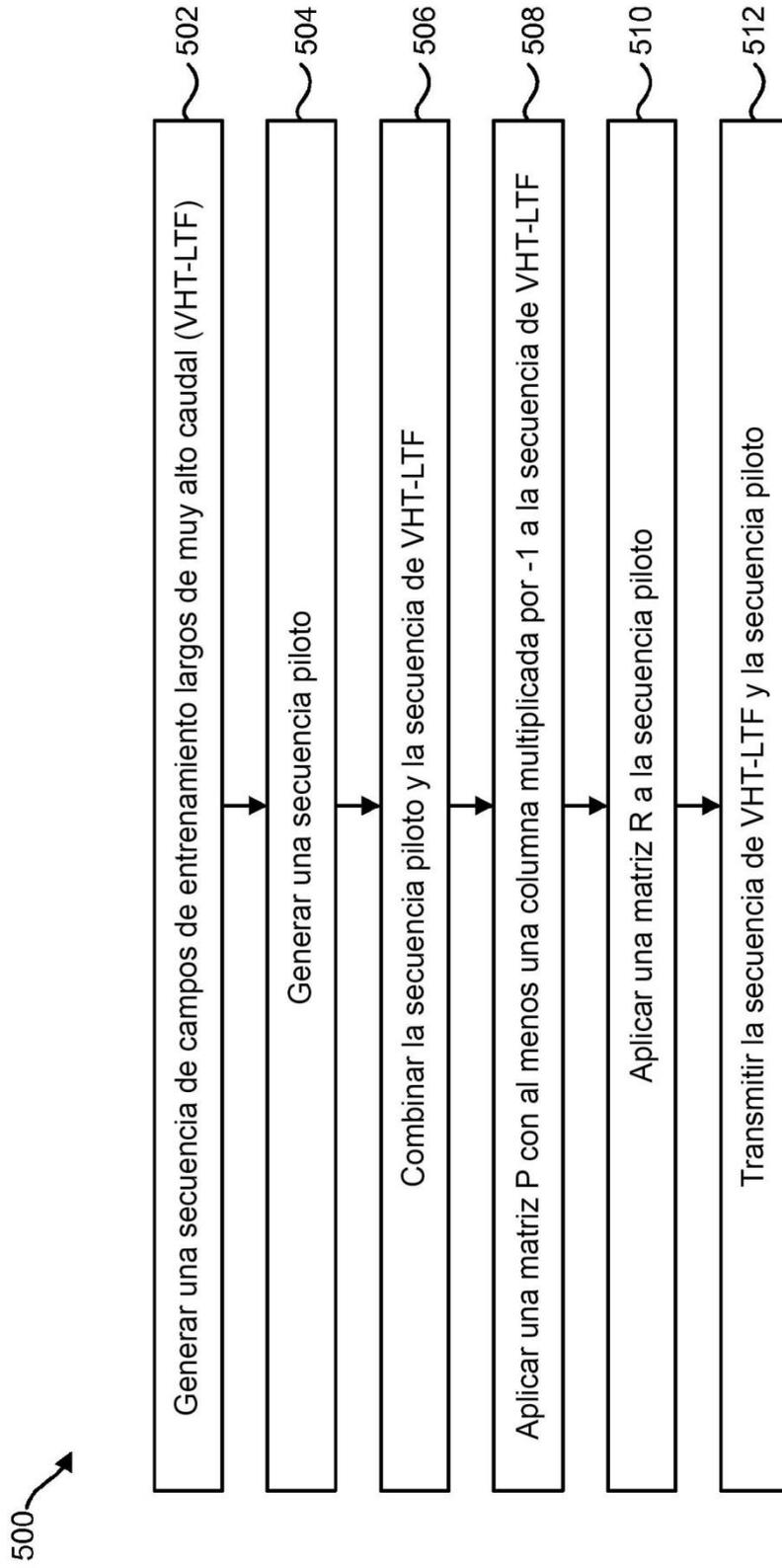
Preámbulo de la norma 802.11ac 364

L-STF <u>356</u>	L-LTF <u>358</u>	L-SIG <u>360</u>	VHT-SIG-A1 <u>362a</u>	VHT-SIG-A2 <u>362b</u>	VHT-STF <u>366</u>	(Primer) VHT-LTF <u>368a</u>	(Segundo) VHT-LTF <u>368b</u>	(Tercer) VHT-LTF <u>368c</u>	(Cuarto) VHT-LTF <u>368d</u>	(Quinto) VHT-LTF <u>368e</u>	(Sexto) VHT-LTF <u>368f</u>	VHT-SIG-B <u>370</u>	Campo de datos (DATA) <u>372</u>
---------------------	---------------------	---------------------	---------------------------	---------------------------	-----------------------	------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------	--

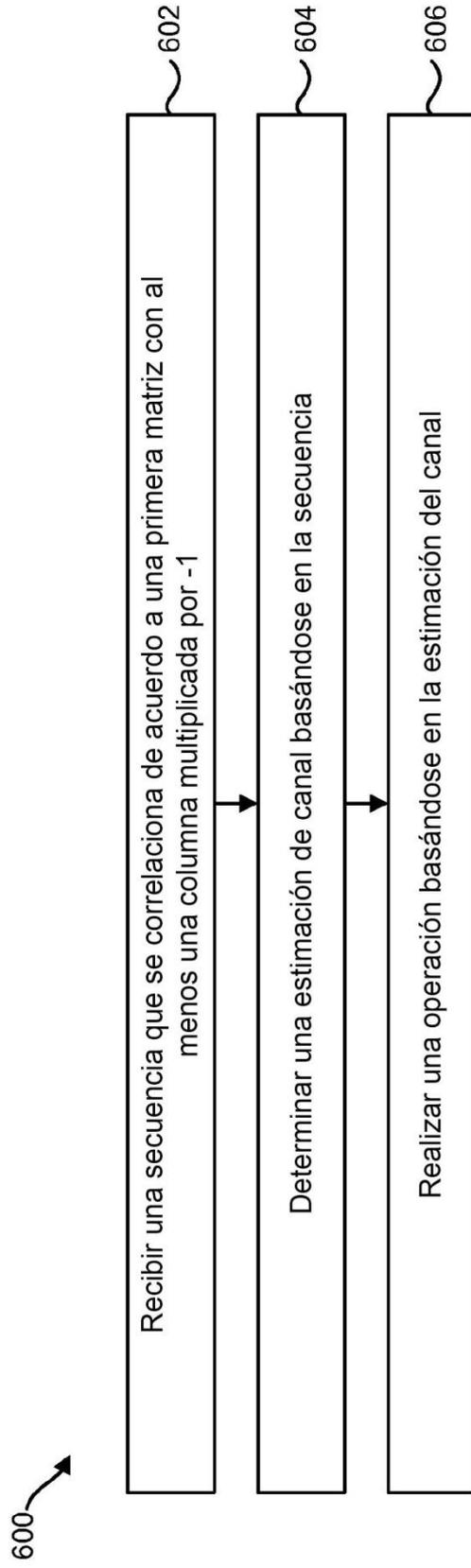
**FIG. 3**



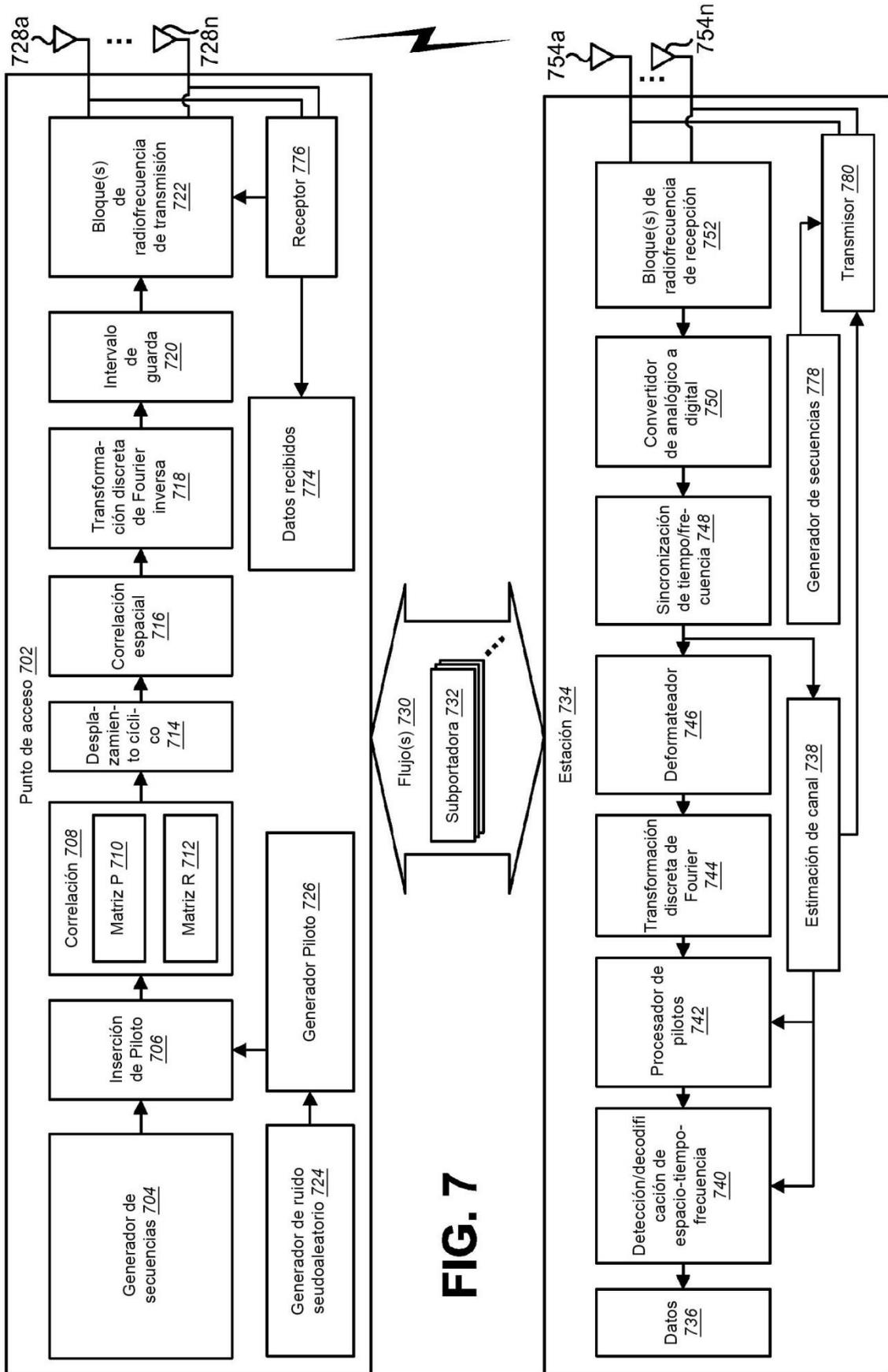
**FIG. 4**



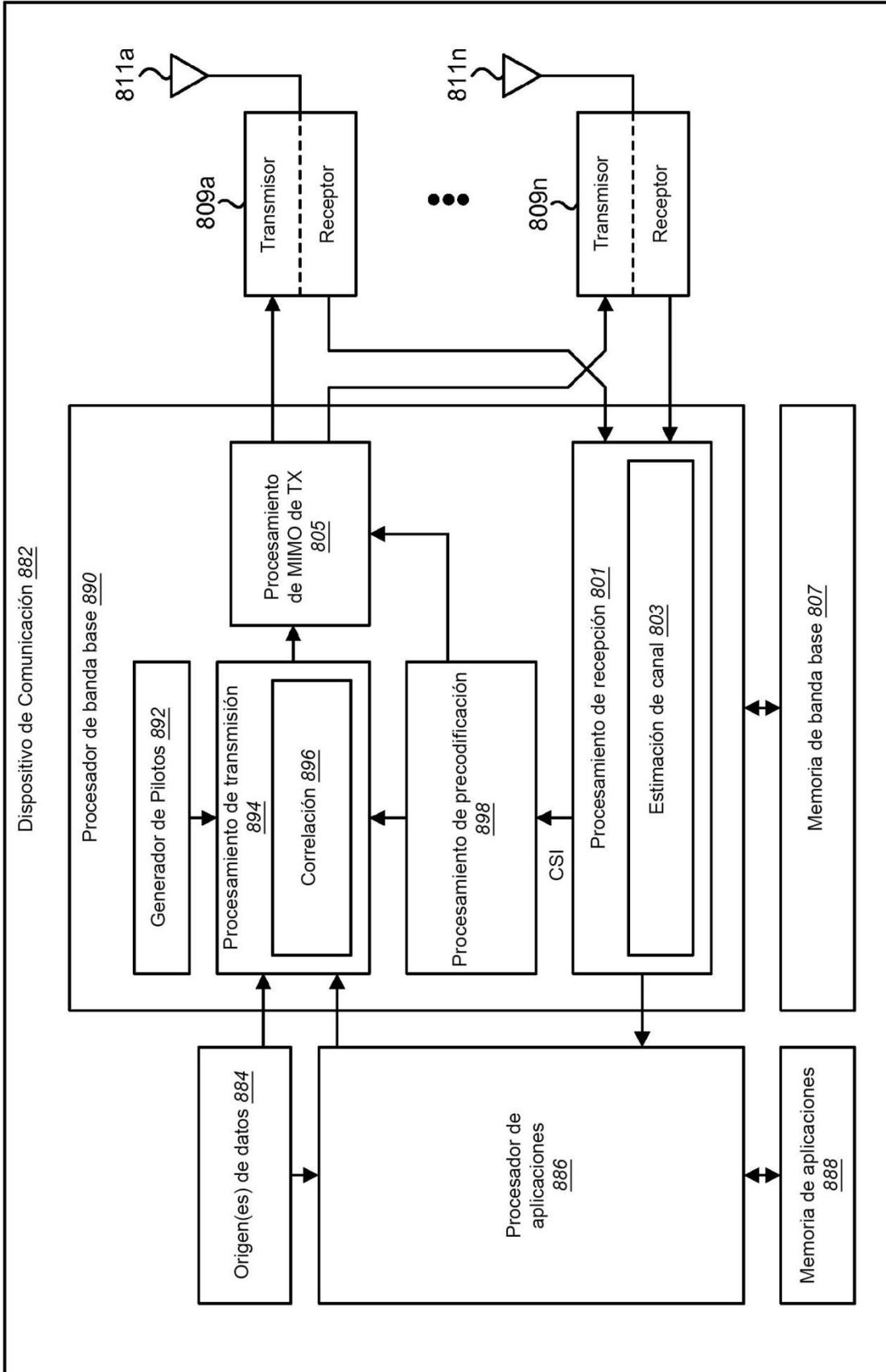
**FIG. 5**



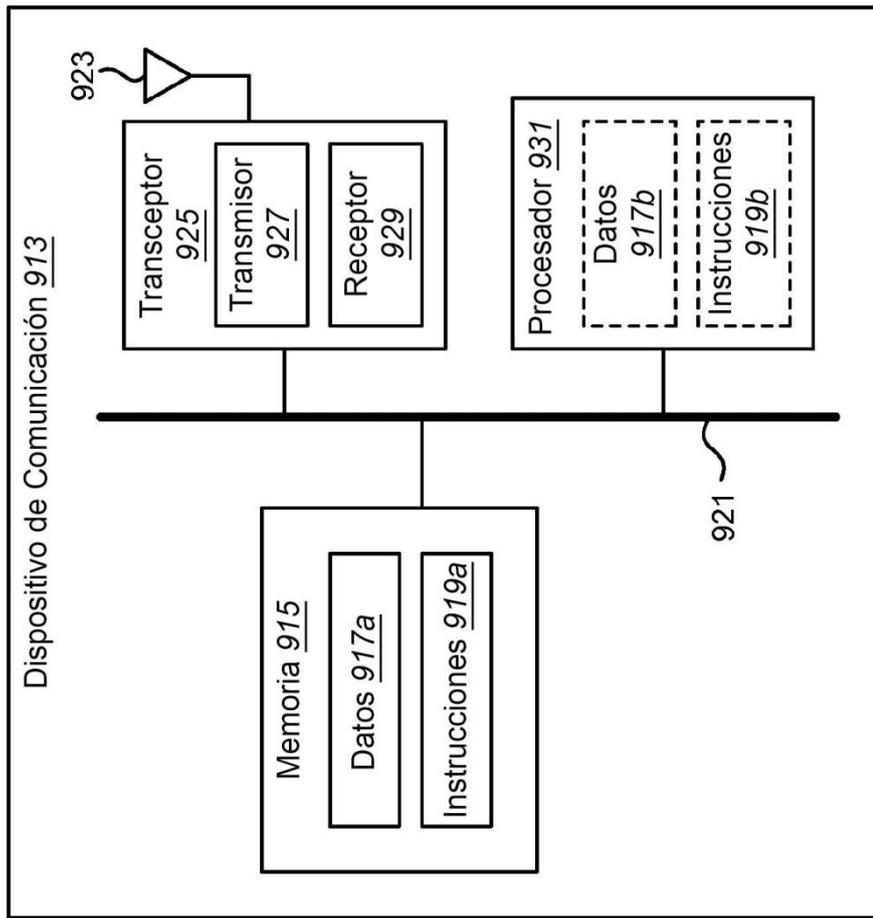
**FIG. 6**



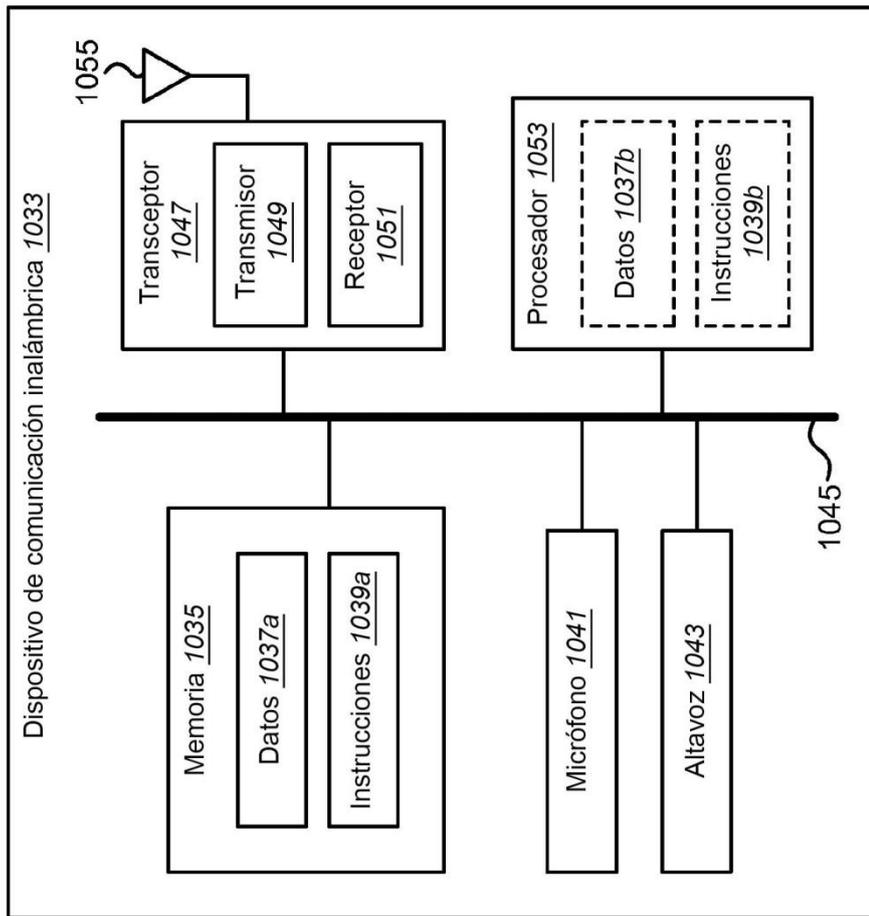
**FIG. 7**



**FIG. 8**



**FIG. 9**



**FIG. 10**