

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 442 855**

51 Int. Cl.:

**H04L 27/26** (2006.01)

**H04L 5/00** (2006.01)

**H04L 1/00** (2006.01)

**H04L 1/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.02.2005 E 05726596 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2013 EP 1829312**

54 Título: **Aparato para transmitir y recibir datos para proporcionar una comunicación de datos de alta velocidad y método para ello**

30 Prioridad:

**23.12.2004 KR 20040111065**

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

**13.02.2014**

73 Titular/es:

**ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS  
RESEARCH INSTITUTE (100.0%)  
161 GAJEONG-DONG, YUSEONG-GU  
DAEJEON 305-350, KR**

72 Inventor/es:

**YU, HEE-JUNG;  
JEON, TAEHYUN;  
KIM, MYUNG-SOON;  
CHOI, EUN-YOUNG;  
LEE, SOK-KYU y  
LYU, DEUK-SU**

74 Agente/Representante:

**SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro**

**ES 2 442 855 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**

Aparato para transmitir y recibir datos para proporcionar una comunicación de datos de alta velocidad y método para ello

5

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION****(a) Campo de la invención**

10 La presente invención se refiere a un aparato para transmitir y recibir datos en comunicación de datos de radio. Más específicamente, la presente invención se refiere a un aparato compatible con un sistema de comunicación de red de área local inalámbrica convencional, para transmitir y recibir datos a alta velocidad y a un método para ello. Además, la presente invención se refiere a un sistema de comunicación inalámbrica para aumentar las tasas de transmisión de datos desde 54 Mbps, que ha sido una tasa de transmisión de datos máxima en el sistema de comunicación de red de área local inalámbrica convencional, hasta cientos de Mbps.

15

**(b) Descripción de la técnica relacionada**

20 En el sistema de red de área local (LAN) inalámbrica de IEEE 802.11a convencional que usa un método de multiplexación por división de frecuencia ortogonal, un ancho de banda de 20 MHz se divide en 64 subportadoras, y se usan 52 subportadoras de las 64 subportadoras para transmitir datos y símbolos piloto. Es decir, los datos se transmiten a una velocidad máxima de 54 Mbps usando una única antena y el ancho de banda de 20 MHz.

20

25 La presente invención proporciona un aparato para transmitir y recibir datos a la vez que es compatible con el método de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) de IEEE 802.11a convencional. El aparato usa múltiples antenas y una pluralidad de anchos de banda de 20 MHz para conseguir una alta tasa de transmisión de datos.

25

30 En respuesta a la demanda de transmisión de datos multimedia de alta velocidad, se han desarrollado diversas aplicaciones prácticas que requieren un rendimiento de más de 100 Mbps. Sin embargo, incluso el sistema de LAN inalámbrica que tiene el mayor rendimiento de los sistemas de comunicación inalámbrica actuales no ofrece un rendimiento de más de 25 Mbps. Por tanto la presente invención sugiere un sistema que ofrece una tasa de transmisión de datos que es cuatro veces más rápida que el sistema de IEEE 802.11a convencional, o más.

30

35 En detalle, la presente invención sugiere una configuración en la que un número de antenas y anchos de banda se controlan de manera sistemática y una tasa de transmisión de datos máxima se controla según características de un sistema. La presente invención también sugiere un método para proporcionar compatibilidad con el sistema convencional.

35

40 La Fig. 1 muestra un diagrama de bloques para representar un sistema para transmitir y recibir datos en la LAN inalámbrica convencional.

40

45 En el sistema de IEEE 802.11a convencional mostrado en la Fig. 1, un ancho de banda de 20 MHz se divide en 64 subportadoras. De entre las 64 subportadoras, se usan 48 subportadoras para transmisión de datos, se usan 4 subportadoras para transmisión de símbolos piloto, y no se usan una subportadora de DC y las otras 11 subportadoras.

45

50 Para transmitir los datos se usan un código convolucional que tiene 1/2, 2/3 y 3/4 tasas de transmisión de códigos, modulación por desplazamiento de fase binaria (BPSK), modulación por desplazamiento de fase cuaternaria (QPSK), modulación de amplitud en cuadratura (QAM) 16 y modulación de amplitud en cuadratura (QAM) 64.

50

En el sistema mostrado en la Fig. 1, cuando una unidad 101 de origen genera datos binarios, los datos binarios se proporcionan a un encriptador 102 para aleatorizar una permutación de los datos binarios.

55 Un codificador 103 de convolución realiza una codificación de canal según una tasa de transmisión de códigos y una modulación determinada por una tasa de transmisión de datos deseada, y un mapeador 105 realiza una modulación para mapear la permutación de datos previa con una permutación de símbolos complejos.

55

60 Un entrelazador 104 previsto entre el codificador 103 de convolución y el mapeador 105 entrelaza la permutación de datos según una regla predeterminada. El mapeador 105 establece la permutación de números complejos para que sea un grupo de 48, y un asignador 107 de subportadora forma 48 componentes de datos y 4 componentes piloto.

60

Una unidad 108 de transformada rápida inversa de Fourier de 64 valores (64-IFFT) realiza una transformada rápida inversa de Fourier sobre los 48 datos y 4 componentes piloto para formar un símbolo de OFDM.

65

Un sumador 109 de prefijo cíclico añade un prefijo cíclico que es un intervalo de guardia al símbolo de OFDM.

5 Una unidad 110 de transmisión de radiofrecuencia (RF) transmite una trama de transmisión formada por la configuración anterior en una frecuencia de portadora. Una unidad 112 de recepción de RF recibe la señal de transmisión (la trama de transmisión transmitida en la frecuencia de portadora) a través de un canal 111 de radio. El canal 111 de radio incluye un canal de desvanecimiento de múltiples trayectorias y ruido gaussiano añadido desde un terminal de recepción.

10 La unidad 112 de recepción de RF del terminal de recepción recibe la señal distorsionada que pasa por el canal 111 de radio, y convierte de manera descendente la señal transmitida en la frecuencia de portadora en una señal de banda base de una manera opuesta ejecutado por la unidad 110 de transmisión de RF del terminal de transmisión.

15 Un eliminador 113 de prefijo cíclico elimina el prefijo cíclico añadido en un transmisor. Una unidad 114 de transformada rápida de Fourier de 64 valores (64-FFT) convierte un símbolo de OFDM recibido en una señal de un dominio de frecuencia realizando una operación de FFT.

Un extractor 115 de subportadora transmite los 48 símbolos complejos que corresponden a la subportadora de datos entre 64 salidas a una unidad 117 de ecualización y seguimiento, y transmite las 4 subportadoras que corresponden al piloto a un estimador 116 de parámetros de ecualización y seguimiento.

20 El estimador 116 de parámetros de ecualización y seguimiento estima un cambio de fase provocado por errores de frecuencia y tiempo usando los símbolos conocidos, y transmite un resultado de estimación a la unidad 117 de ecualización y seguimiento.

25 La unidad 117 de ecualización y seguimiento usa el resultado de estimación anterior para realizar una operación de seguimiento. La unidad 117 de ecualización y seguimiento también realiza una operación de ecualización de canal en el dominio de frecuencia para ecualizar una distorsión de canal en el dominio de frecuencia además del proceso de seguimiento.

30 Un demapeador 118 realiza una operación de decisión firme para convertir el número complejo de salida después de la operación de ecualización y seguimiento de canal en los datos binarios, o realiza una decisión programada para convertir el número complejo de salida en un número real. Un desentrelazador 119 desentrelaza los datos en un proceso inverso del entrelazador 104, y un decodificador 120 de Viterbi realiza la decodificación del código de convolución para corregir errores y restablecer los datos transmitidos.

35 Un descryptador 121 aleatoriza los datos transmitidos desde la unidad de origen de una manera similar del encryptador 102 y transmite los datos recibidos a una unidad 122 de sumidero.

40 El sistema de LAN inalámbrica convencional mostrado en la Fig. 1 tiene límites de tasa de transmisión de datos y rendimiento, y por tanto el sistema es difícil de aplicar a un servicio que requiera una alta tasa de transmisión de datos tal como un servicio de imágenes en movimiento de alta calidad.

45 Anteriormente los sistemas que usan múltiples anchos de banda y antenas para proporcionar una tasa de transmisión de datos de alta velocidad no han sido compatibles con el sistema de transmisión y recepción convencional

50 Por ejemplo, en el documento "Preamble Design for Multiple-Antenna OFDM-based WLANs with Null Subcarriers" en proc. of IEEE Signal Processing letter, vol. 8, n.º 11, noviembre de 2001, Erik G. Larsson y Jian Li proponen proporcionar múltiples antenas al transmisor y al receptor con el fin de cumplir con las demandas de tasas de transmisión de datos aumentadas en WLAN y considerar el diseño de preámbulos óptimos para tal sistema con dos antenas de transmisión y múltiples antenas de recepción. Se propone modificar los preámbulos de manera que los preámbulos transmitidos en las dos antenas de transmisión sean diferentes entre sí y cumplan con ciertas condiciones. Por tanto, tal sistema no es retrocompatible con el sistema convencional que tiene sólo una antena de transmisión.

55 En el documento "A MIMO system with backward compatibility for OFDM based WLANs" en proc. of 4th IEEE workshop on Signal processing Advances in Wireless Communication, 2003, Jianhua Liu *et al.* se considera duplicar la tasa de transmisión de datos del sistema de IEEE 802.11a usando un sistema de múltiples entradas múltiples salidas (MIMO) con dos antenas de transmisión y dos antenas de recepción, y propone un diseño de preámbulo para el sistema considerado que es retrocompatible con su homólogo, concretamente un sistema de una entrada una salida (SISO), tal como se especifica por la norma IEEE 802.11a. En detalle, se usan los mismos preámbulos T1 y T2 que para el sistema SISO para todas las múltiples antenas de transmisión antes del campo SEÑAL y así un receptor SISO puede detectar satisfactoriamente hasta el campo SEÑAL en el que ciertos bits reservados indican si sigue una transmisión MIMO. Además, se transmiten diferentes preámbulos a través de cada una de las múltiples antenas de transmisión después del campo SEÑAL para su uso por un receptor MIMO para la estimación de canal.

65 Sin embargo, el sistema propuesto por Jianhua Liu *et al.* no es eficaz en el sentido de que los preámbulos antes del

campo SEÑAL no pueden usarse para estimar de manera eficaz el canal MIMO porque todas las múltiples antenas de transmisión transmiten los mismos preámbulos.

5 Por consiguiente, la presente invención proporciona un aparato de transmisión y recepción para proporcionar compatibilidad con el sistema de comunicación inalámbrica convencional, la tasa de transmisión de datos de alta velocidad y estimación de canal eficaz y un método para ello.

## EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

### 10 PROBLEMA TÉCNICO

La presente invención proporciona un dispositivo de transmisión y recepción de datos para proporcionar una alta tasa de transmisión de datos y compatibilidad con el sistema de comunicación inalámbrica convencional, y un método para ello.

### 15 SOLUCIÓN TÉCNICA

La presente invención proporciona un dispositivo de transmisión de datos según la reivindicación 6 para proporcionar una alta tasa de transmisión de datos y compatibilidad con el sistema de comunicación inalámbrica convencional, un método para ello según la reivindicación 1 y un método de recepción de datos según la reivindicación 11.

20 Un dispositivo de transmisión de datos incluye un distribuidor de ancho de banda, un codificador, un mapeador, un distribuidor de antena, un asignador de subportadora, una unidad de transformada inversa de Fourier, un generador de preámbulos y un generador de tramas.

El distribuidor de ancho de banda distribuye datos generados en una unidad de origen a al menos un ancho de banda. El codificador realiza una codificación de los datos distribuidos con el fin de realizar una corrección de errores de los datos. El mapeador realiza el mapeo de los datos codificados para dar un símbolo de número complejo. El distribuidor de antena distribuye el símbolo de número complejo a al menos una antena. El asignador de subportadora asigna una subportadora para multiplexación por división de frecuencia ortogonal al símbolo de número complejo distribuido. La unidad de transformada inversa de Fourier realiza una transformada inversa de Fourier de la señal de OFDM a la que se asigna la subportadora. El generador de preámbulos genera un preámbulo corto, un primer preámbulo largo y un segundo preámbulo largo de la subportadora. El generador de tramas genera tramas en un orden del preámbulo corto, el primer preámbulo largo, un símbolo de señal, el segundo preámbulo largo y un campo de datos. En este momento, puede usarse uno de los primeros preámbulos largos de una segunda antena para el segundo preámbulo largo con el fin de realizar una estimación de canal de una subportadora que no se usa por una primera antena cuando se usan dos o más antenas.

40 El símbolo de señal generado por el generador de tramas comprende un identificador de modo de transmisión para determinar si un modo de transmisión es un modo de transmisión de una única antena o un modo de múltiples entradas/múltiples salidas (MIMO).

El identificador de modo de transmisión usa un bit R4 de los símbolos de señal en una trama de IEEE 802.11a.

45 Se usa un bit reservado del símbolo de señal como bit para determinar si el modo de transmisión usa un método de multiplexación por división espacial (SDM) o un método de código espacio-temporal por bloques (STBC).

50 El dispositivo de transmisión de datos según un ejemplo de la presente invención incluye además un encriptador, un entrelazador, un sumador de prefijo cíclico y una unidad de transmisión de RF.

El encriptador está acoplado entre el distribuidor de ancho de banda y el codificador y realiza una operación de encriptación. El entrelazador está acoplado entre el codificador y el mapeador y realiza una operación de entrelazado. El sumador de prefijo cíclico añade un prefijo cíclico a una señal de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) de transformada inversa de Fourier. La unidad de transmisión de RF transmite la trama por un canal de radio. El distribuidor de antena distribuye los símbolos mapeados a antenas o codifica STBC.

60 Un dispositivo de recepción de datos incluye una unidad de recepción de RF, un mezclador de canales, un sincronizador inicial, una unidad de transformada de Fourier, un demodulador de símbolo de señal, un estimador de canal y un detector.

La unidad de recepción de RF recibe una trama a través de un canal de radio. El mezclador de canales realiza una operación de mezcla de canales con el fin de extraer un preámbulo corto de 20 MHz y un primer preámbulo largo de 20 MHz de la trama recibida. El sincronizador inicial realiza una operación de sincronización inicial usando el preámbulo corto extraído y el primer preámbulo largo. La unidad de transformada de Fourier realiza una operación de transformada de Fourier de la trama. El demodulador de símbolo de señal demodula un símbolo de señal y

5 demodula información en un modo de transmisión. El estimador de canal realiza una primera estimación de canal usando el primer preámbulo largo, y realiza una segunda estimación de canal usando un segundo preámbulo largo que transmite después del símbolo de señal cuando la información en el modo de transmisión es un modo de transmisión MIMO-OFDM. El detector detecta un símbolo de número complejo que corresponde a los datos con referencia al canal estimado y el símbolo de señal demodulado. Se detecta un identificador de modo de transmisión establecido en el símbolo de señal, y se determina si el modo de transmisión es un modo de transmisión de una única antena o un modo de transmisión MIMO-OFDM.

10 El estimador de canal usa el segundo preámbulo largo para realizar la segunda estimación de canal de una subportadora que no se usa por una primera antena.

El dispositivo de recepción de datos incluye además un eliminador de prefijo cíclico, un extractor de subportadora, un demapeador, un desentrelazador y un decodificador de corrección de errores.

15 El eliminador de prefijo cíclico elimina un prefijo cíclico de la señal recibida desde la unidad de recepción de RF. El extractor de subportadora extrae subportadoras de la señal de transformada de Fourier y combina las subportadoras. El demapeador realiza un demapeo de la señal demodulada con la señal de número complejo para dar una señal de datos binarios. El desentrelazador realiza un desentrelazado de la señal demapeada. El decodificador de corrección de errores realiza una operación de decodificación de corrección de errores en la señal desentrelazada. El detector es un detector de SDM o un decodificador de STBC.

### **EFFECTO VENTAJOSO**

25 Según la presente invención, se proporciona una tasa de transmisión de datos aumentada usando múltiples anchos de banda y antenas en un sistema de comunicación inalámbrica.

Debido a la compatibilidad con el sistema convencional, la tasa de transmisión de datos aumentada se proporciona sin modificar el dispositivo y diseño existentes.

### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

La Fig. 1 muestra un diagrama de bloques para representar un sistema de transmisión y recepción convencional en la LAN inalámbrica.

35 La Fig. 2 muestra un diagrama de bloques para representar una configuración de un transmisor según una realización a modo de ejemplo de la presente invención.

La Fig. 3 muestra un diagrama de bloques para representar una configuración de un receptor según la realización a modo de ejemplo de la presente invención.

40 La Fig. 4 muestra un método de asignación de subportadora de OFDM que soporta un único ancho de banda y un método de asignación de subportadora de OFDM para soportar anchos de banda de multiplexación.

45 La Fig. 5 muestra un diagrama para representar la configuración de trama de IEEE 802.11a.

La Fig. 6 muestra un diagrama para representar la configuración de tramas según una realización a modo de ejemplo de la presente invención.

50 La Fig. 7 muestra un diagrama de bloques para representar una configuración para una sincronización inicial del receptor según una realización a modo de ejemplo de la presente invención.

La Fig. 8 muestra un diagrama de flujo para representar un método para transmitir los datos según una realización a modo de ejemplo de la presente invención.

55 La Fig. 9 muestra un diagrama de flujo para representar un método para recibir los datos según una realización a modo de ejemplo de la presente invención.

### **DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS**

60 En la siguiente descripción detallada, se ha mostrado y descrito sólo la realización preferida de la invención, simplemente a modo de ilustración del mejor modo contemplado por el/los inventor(es) para llevar a cabo la invención. Como se observará, la invención puede modificarse en diversos aspectos obvios, todo sin apartarse de la invención. Por consiguiente, los dibujos y la descripción deben considerarse como de naturaleza ilustrativa, y no limitativa. Para aclarar la presente invención, se omiten las partes que no se describen en la memoria descriptiva, y las partes para las que se proporcionan las mismas descripciones tienen los mismos números de referencia.

Aunque esta invención se describe en relación con lo que se considera actualmente la realización más práctica y preferida, debe entenderse que la invención no se limita a la realización dada a conocer, sino que al contrario, se pretende que cubra diversas modificaciones y disposiciones equivalentes incluidas dentro del espíritu y alcance de las reivindicaciones adjuntas.

5 La Fig. 2 muestra un diagrama de bloques para representar una configuración de un transmisor según una realización a modo de ejemplo de la presente invención.

10 El transmisor incluye una unidad 201 de origen, un distribuidor 202 de ancho de banda, un encriptador/codificadores 2031 a 203L de convolución, un entrelazador 204, un mapeador 205, una unidad 206 piloto, un distribuidor 207 de antena, asignadores 2081 a 208M de subportadora, unidades 2091 a 209M de IFFT, sumadores 2101 a 210M de prefijo cíclico, generadores 2301 a 230M de preámbulos, generadores 2311 a 231M de tramas y unidades 2111 a 211M de transmisión de RF.

15 Cuando se transmiten datos binarios generados en la unidad 201 de origen al distribuidor 202 de ancho de banda, el distribuidor 202 de ancho de banda distribuye los datos binarios a L anchos de banda según un número (L) de anchos de banda de 20 MHz que van a usarse en el distribuidor 202 de banda.

20 El encriptador/codificadores 2031 a 203L de convolución realizan operaciones de codificación de códigos convolucionales y de encriptación para los respectivos anchos de banda.

25 El entrelazador 204 recibe los datos codificados de manera convolucional. En este momento, están disponibles dos tipos de entrelazadores 204. Un entrelazador realiza el entrelazado de cada símbolo de OFDM de los respectivos anchos de banda de una manera similar al encriptador/codificadores 2031 a 203L de convolución, y el otro entrelazador realiza el entrelazado del L número de símbolos de OFDM en cada ancho de banda. El entrelazador anterior es sencillo y fácil de entender, y el último entrelazador es complejo de realizar y se espera obtener una ganancia de rendimiento debido a la ganancia de diversidad.

30 El mapeador 205 convierte los datos binarios en símbolos complejos. Los símbolos complejos convertidos se distribuyen a un M número de antenas de transmisión por el distribuidor 207 de antena. Los asignadores 2081 a 208L de subportadora usan símbolos piloto desde la unidad 206 piloto y los símbolos complejos de datos distribuidos con el fin de asignar subportadoras para la modulación de OFDM. La asignación de las subportadoras se describirá más adelante.

35 A los símbolos de OFDM en el dominio de frecuencia que corresponden al M número asignado de las antenas de transmisión se les aplica una transformada inversa de Fourier para dar símbolos de OFDM en el dominio de tiempo por las unidades 2091 a 209M de  $(L \cdot 64)$  IFFT. Los sumadores 2101 a 210M de prefijo cíclico añaden prefijos cíclicos que corresponden a los símbolos de OFDM de cada trayecto.

40 Los generadores 2311 a 231M de tramas generan tramas apropiadas para un sistema mostrado en la Fig. 2. De manera similar a la configuración de tramas de IEEE 802.11a convencional, una configuración de tramas según una realización a modo de ejemplo de la presente invención incluye un preámbulo corto, un primer preámbulo largo, un símbolo de señal y datos. Además, la configuración de tramas incluye un segundo preámbulo largo en los generadores 2301 a 230M de preámbulos. El segundo preámbulo largo es un preámbulo largo que se ha usado en otra antena, y se realiza una estimación de canal de múltiples entradas/múltiples salidas (MIMO) en las subportadoras por el segundo preámbulo largo.

50 Los generadores 2301 a 230M de preámbulos generan el preámbulo corto, el primer preámbulo largo y el segundo preámbulo largo, y los proporcionan a los generadores 2311 a 231M de tramas.

La trama usada en la realización a modo de ejemplo de la presente invención se describirá más adelante.

55 La Fig. 3 muestra un diagrama de bloques para representar un receptor según la realización a modo de ejemplo de la presente invención.

El receptor mostrado en la Fig. 3 realiza una operación inversa en la señal transmitida desde el transmisor mostrado en la Fig. 2.

60 La señal transmitida por el canal 212 desde el transmisor se recibe por N número de antenas de recepción en N número de unidades 2131 a 213N de recepción de RF. La señal recibida se restablece a una señal de transmisión mientras pasa por eliminadores 2141 a 214N de prefijo cíclico, unidades 2151 a 215N  $(L \cdot 64)$  FFT, extractores 2161 a 216L de subportadora, una unidad 217 de estimación de parámetros de seguimiento y canal, un detector 218 de MIMO, un demapeador 219, un desentrelazador 220, un desencriptador/decodificadores 2211 a 221L de Viterbi y una unidad 222 de combinación de ancho de banda y se transmiten datos a una unidad 223 de sumidero.

65 Un proceso de demodulación del receptor mostrado en la Fig. 3 es similar al del receptor mostrado en la Fig. 1. Sin

embargo, la unidad 217 de estimación de canal en el receptor mostrada en la Fig. 3 estima el canal de MIMO, que es diferente del sistema mostrado en la Fig. 1. Además, la unidad 117 de ecualización mostrada en la Fig. 1 se sustituye por el detector 218 de MIMO en el sistema mostrado en la Fig. 3. Una configuración del desentrelazador debe cambiarse según una configuración variada del entrelazador.

5 La unidad 222 de combinación de ancho de banda añadida en el sistema mostrado en la Fig. 3 realiza una operación inversa del distribuidor 202 de ancho de banda del transmisor mostrado en la Fig. 2.

10 Mientras se usan  $(L*64)$  IFFT y  $(L*64)$  FFT en la Fig. 2 y la Fig. 3, puede usarse un número  $L$  de 64 FFT y 64 IFFT, y también puede usarse una  $(L*64)$  IFFT y una  $(L*64)$  FFT. Estas modificaciones son evidentes para los expertos en la técnica.

15 La Fig. 3 muestra una configuración de recepción y demodulación en correspondencia con el transmisor de MIMO mostrado en la Fig. 2, y más adelante se describirá una configuración del receptor para realizar una sincronización inicial y una estimación de canal.

En la Fig. 2, se ha descrito un método de multiplexación por división espacial (SDM) para aumentar la tasa de transmisión de datos usando las múltiples antenas de transmisión/recepción.

20 El método de SDM, uno de los métodos de MIMO, aumenta la tasa de transmisión de datos transmitiendo datos independientes a través de las respectivas antenas de transmisión.

25 Cuando un sistema está diseñado para ampliar un área de servicio y aumentar una relación señal a ruido (SNR) en lugar de aumentar la tasa de transmisión de datos, puede aplicarse un código espacio-temporal por bloques (STBC) para conseguir la ganancia de diversidad a la realización a modo de ejemplo de la presente invención.

30 Cuando el STBC se aplica en la realización a modo de ejemplo de la presente invención, el distribuidor 207 de antena se sustituye por un codificador de STBC, y el detector 218 de MIMO se sustituye por un decodificador de STBC.

35 Para conveniencia de descripción, se ejemplificará un sistema que incluye dos antenas de transmisión y dos anchos de banda para describir la configuración de tramas de la realización a modo de ejemplo de la presente invención. Es decir,  $L$  es 2 y  $M$  es 2 en el sistema mostrado en la Fig. 2. Se usa la configuración de tramas y la configuración de símbolos de OFDM convencional en la realización a modo de ejemplo de la presente invención con el fin de proporcionar compatibilidad con el sistema de IEEE 802.11a existente.

40 En cuanto a la configuración de símbolo de OFDM, se divide un ancho de banda de 40 MHz en 128 subportadoras que se generan combinando dos anchos de banda de 20 MHz cada uno de los cuales se divide en 64 subportadoras en la técnica anterior en la realización a modo de ejemplo de la presente invención. Por consiguiente, se usa 128-IFFT para realizar la modulación de OFDM en anchos de banda de 20 MHz y 40 MHz.

La Fig. 4 muestra un método de asignación de subportadora de OFDM que soporta un único ancho de banda y un método de asignación de subportadora de OFDM para soportar anchos de banda de multiplexación.

45 Una configuración de asignación de subportadora (a) se forma cuando una señal se transmite por una única antena y un único ancho de banda en la norma IEEE 802.11a convencional. La configuración (b) según la realización a modo de ejemplo de la presente invención corresponde a la de la norma IEEE 802.11a convencional cuando una señal llena un ancho de banda deseado, 0 llena otros anchos de banda y la señal se transmite por la única antena.

50 Es decir, los datos y el piloto se asignan en 52 subportadoras entre 0 y 63, y los 0 se llenan entre -64 y -1 cuando se usa un ancho de banda lateral que tiene una frecuencia menor en una configuración de señal (b) usando los dos anchos de banda de la configuración de asignación de subportadora mostrada en la Fig. 4. Por consiguiente, el sistema según la realización a modo de ejemplo de la presente invención es compatible con el sistema de IEEE 802.11a convencional porque la configuración de trama convencional se transmite en el nuevo sistema.

55 Se describirá la configuración de tramas según la realización a modo de ejemplo de la presente invención.

La Fig. 5 muestra un diagrama para representar la configuración de tramas de IEEE 802.11a.

60 La configuración de tramas de IEEE 802.11a mostrada en la Fig. 5 incluye preámbulos cortos  $t_1$  a  $t_{10}$ , preámbulos largos  $T_1$  y  $T_2$ , intervalos de guardia  $G_1$  y  $G_2$ , un símbolo de señal SEÑAL y datos. El preámbulo corto y el preámbulo largo son símbolos para sincronización y estimación de canal en caso de demodulación. El símbolo de señal incluye información sobre tasa de transmisión de datos, longitud y paridad.

65 El preámbulo corto es un símbolo generado mediante una transformada de Fourier de una señal en el dominio de frecuencia de OFDM tal como se proporciona en la fórmula matemática 1, y el preámbulo largo es un símbolo

generado mediante una transformada de Fourier de una señal en el dominio de frecuencia de OFDM tal como se proporciona en la fórmula matemática 2.

[Fórmula matemática 1]

$$S_{-26,26} = \sqrt{(13/6)} \cdot \{0,0,1+j,0,0,0,-1-j,0,0,0,1+j,0,0,0,-1-j,0,0,0,-1-j,0,0,0,1+j,0,0,0,0,0,0,0,0,0,-1-j,0,0,0,-1-j,0,0,0,1+j,0,0,0,1+j,0,0,0,1+j,0,0,0,1+j,0,0\}$$

5

[Fórmula matemática 2]

$$L_{-26,26} = \{1,1,-1,-1,1,1,-1,1,-1,1,1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,-1,1,-1,1,1,1,0,1,-1,-1,1,1,-1,1,-1,1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,1,1,-1,-1,1,-1,1,-1,1,1,1,1\}$$

10

El símbolo de señal incluye información sobre la longitud de secciones de datos (de 0 a 4.095 bytes), tasas de transmisión de códigos (1/2, 2/3 y 3/4) y métodos de mapeo (BPSK, QPSK, 16-QAM y 64-QAM).

Con el fin de proporcionar compatibilidad con la norma IEEE 802.11a, la configuración de trama mostrada en la Fig. 5 se modifica ligeramente para las características de las múltiples antenas cuando se transmiten señales según el modo de OFDM convencional (IEEE 802.11a) en la realización a modo de ejemplo de la presente invención.

15

Cuando se usan dos antenas de transmisión, 52 subportadoras de preámbulos se dividen por igual por 26 subportadoras que van a transmitirse. Adicionalmente se proporciona un segundo preámbulo largo después del símbolo de señal con el fin de estimar el canal de la subportadora que no se usa en el primer preámbulo largo.

20

La estimación de canal de MIMO de las subportadoras se realiza transmitiendo el primer preámbulo largo usado como segundo preámbulo largo por otra antena. Por consiguiente, la longitud del preámbulo largo se aumenta mediante el número de las antenas de transmisión.

25

Una señal en el dominio de frecuencia del preámbulo corto que va a transmitirse por las dos antenas se proporciona por la fórmula matemática 3.  $S^{(0)}_{-26,26}$  se transmite por la antena 0 y  $S^{(1)}_{-26,26}$  se transmite por la antena 1.

Una señal en el dominio de frecuencia del primer preámbulo largo proporcionado antes del símbolo de señal se proporciona por la fórmula matemática 4.  $L^{(0)}_{-26,26}$  se transmite por la antena 0 y  $L^{(1)}_{-26,26}$  se transmite por la antena 1.

30

[Fórmula matemática 3]

$$S^{(0)}_{-26,26} = \sqrt{(26/6)} \cdot \{0,0,1+j,0,0,0,0,0,0,1+j,0,0,0,0,0,0,-1-j,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,-1-j,0,0,0,0,0,0,1+j,0,0,0,0,0,0,0,1+j,0,0,0,0,0,0,0\}$$

$$S^{(1)}_{-26,26} = \sqrt{(26/6)} \cdot \{0,0,0,0,0,0,-1-j,0,0,0,0,0,0,-1-j,0,0,0,0,0,1+j,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,-1-j,0,0,0,0,0,0,1+j,0,0,0,0,0,0,0,1+j,0,0\}$$

35

[Fórmula matemática 4]

$$L^{(0)}_{-26,26} = \sqrt{2} \cdot \{1,0,-1,0,1,0,-1,0,-1,0,1,0,1,0,1,0,-1,0,1,0,1,0,1,0,1,0,0,0,-1,0,1,0,-1,0,-1,0,-1,0,-1,0,-1,0,1,0,-1,0,-1,0,-1,0,1,0,1\}$$

$$L^{(1)}_{-26,26} = \sqrt{2} \cdot \{0,1,0,-1,0,1,0,1,0,1,0,1,0,1,0,-1,0,1,0,-1,0,-1,0,1,0,1,0,1,0,1,0,-1,0,-1,0,1,0,1,0,1,0,-1,0,-1,0,1,0,1,0,1,0\}$$

40

En el caso del segundo preámbulo largo después del símbolo de señal, se cambia una ubicación del primer preámbulo largo de modo que  $L^{(1)}_{-26,26}$  se transmite por la antena 0 y  $L^{(0)}_{-26,26}$  se transmite por la antena 1.

La Fig. 6 muestra un diagrama para representar la configuración de tramas según una realización a modo de ejemplo de la presente invención.

45

Tal como se muestra en la Fig. 6, la trama transmitida por la primera antena (antena 0) usa las subportadoras pares para transmitir la trama, y la trama se forma usando el primer preámbulo largo de las subportadoras impares como segundo preámbulo largo.



La configuración del preámbulo y el símbolo de señal se conectan de manera repetida para soportar múltiples anchos de banda. Por ejemplo, el preámbulo corto y preámbulo largo para el modo convencional (IEEE 802.11a de doble banda) usando dos anchos de banda se representan por la fórmula matemática 5 y la fórmula matemática 6 cuando se usan los dos anchos de banda.

5

[Fórmula matemática 5]

$$S_{-58,58} = \sqrt{(13/6)} \cdot \{0,0,1 + j,0,0,0, -1 - j,0,0,0,1 + j,0,0,0, -1 - j,0,0,0, -1 - j,0,0,0,1 + j,0,0,0,0, \\ 0,0,0, -1 - j,0,0,0, -1 - j,0,0,0,1 + j,0,0,0,1 + j,0,0,0,1 + j,0,0,0,1 + j,0,0, \\ 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0, \\ 0,0,1 + j,0,0,0, -1 - j,0,0,0,1 + j,0,0,0, -1 - j,0,0,0, -1 - j,0,0,0,1 + j,0,0,0, \\ 0,0,0, -1 - j,0,0,0, -1 - j,0,0,0,1 + j,0,0,0,1 + j,0,0,0,1 + j,0,0,0,1 + j,0,0\}$$

10 [Fórmula matemática 6]

$$L_{-58,58} = \{1,1, -1, -1,1,1, -1,1, -1,1,1,1,1,1, -1, -1,1,1, -1,1, -1,1,1,1,1,0, \\ 1, -1, -1,1,1, -1,1, -1,1, -1, -1, -1, -1, -1,1,1, -1, -1,1, -1,1, -1,1,1,1,1, \\ 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0, \\ 1,1, -1, -1,1,1, -1,1, -1,1,1,1,1,1, -1, -1,1,1, -1,1, -1,1,1,1,1,0, \\ 1, -1, -1,1,1, -1,1, -1,1, -1, -1, -1, -1, -1,1,1, -1, -1,1, -1,1, -1,1,1,1,1\}$$

15 Cuando se usan los dos anchos de banda y las dos antenas, el preámbulo corto y el preámbulo largo transmitidos por las respectivas antenas se proporcionan por la fórmula matemática 7 y la fórmula matemática 8.

[Fórmula matemática 7]

$$S_{-58,58}^{(0)} = \sqrt{(26/6)} \cdot \{0,0,1 + j,0,0,0,0,0,0,0,1 + j,0,0,0,0,0,0,0, -1 - j,0,0,0,0,0,0,0,0, \\ 0,0,0, -1 - j,0,0,0,0,0,0,0,1 + j,0,0,0,0,0,0,0,1 + j,0,0,0,0,0,0, \\ 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0, \\ 0,0,1 + j,0,0,0,0,0,0,0,1 + j,0,0,0,0,0,0,0, -1 - j,0,0,0,0,0,0,0, \\ 0,0,0, -1 - j,0,0,0,0,0,0,0,1 + j,0,0,0,0,0,0,0,1 + j,0,0,0,0,0,0\}$$

$$S_{-58,58}^{(1)} = \sqrt{(26/6)} \cdot \{0,0,0,0,0,0, -1 - j,0,0,0,0,0,0,0, -1 - j,0,0,0,0,0,0,0,1 + j,0,0,0,0, \\ 0,0,0,0,0,0,0, -1 - j,0,0,0,0,0,0,0,1 + j,0,0,0,0,0,0,0,1 + j,0,0, \\ 0,0,0,0,0,0,0,0,0, \\ 0,0,0,0,0,0, -1 - j,0,0,0,0,0,0,0, -1 - j,0,0,0,0,0,0,0,1 + j,0,0,0,0, \\ 0,0,0,0,0,0, -1 - j,0,0,0,0,0,0,0,1 + j,0,0,0,0,0,0,0,1 + j,0,0\}$$

20

[Fórmula matemática 8]

$$L_{-58,58}^{(0)} = \sqrt{2} \cdot \{1,0,-1,0,1,0,-1,0,-1,0,1,0,1,0,1,0,-1,0,1,0,1,0,1,0,0, \\ 0,-1,0,1,0,-1,0,-1,0,-1,0,-1,0,1,0,-1,0,-1,0,-1,0,1,0,1, \\ 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0, \\ 1,0,-1,0,1,0,-1,0,-1,0,1,0,1,0,1,0,-1,0,1,0,1,0,1,0,0, \\ 0,-1,0,1,0,-1,0,-1,0,-1,0,-1,0,1,0,-1,0,-1,0,-1,0,1,0,1\}$$

$$L_{-58,58}^{(1)} = \sqrt{2} \cdot \{0,1,0,-1,0,1,0,1,0,1,0,1,0,1,0,-1,0,1,0,-1,0,-1,0,1,0,1,0, \\ 1,0,-1,0,1,0,1,0,1,0,-1,0,-1,0,1,0,-1,0,1,0,1,0,1,0, \\ 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0, \\ 0,1,0,-1,0,1,0,1,0,1,0,1,0,1,0,-1,0,1,0,-1,0,-1,0,1,0,1,0, \\ 1,0,-1,0,1,0,1,0,1,0,-1,0,-1,0,1,0,-1,0,1,0,1,0,1,0\}$$

- 5 Tal como se describió anteriormente,  $S^{(0)}_{-58,58}$  se transmite por la antena 0 y  $S^{(1)}_{-58,58}$  se transmite por la antena 1.  $L^{(0)}_{-58,58}$  se transmite por la antena 0 y  $L^{(1)}_{-58,58}$  se transmite por la antena 1. Sin embargo, el segundo preámbulo largo después del símbolo de señal se transmite en un orden inverso.
- 10 Según la configuración descrita anteriormente, el terminal de recepción realiza la estimación de canal de las subportadoras realizando adicionalmente la estimación de canal usando el segundo preámbulo largo sin determinar qué antena transmite la señal en el sistema usando los múltiples anchos de banda y las múltiples antenas.
- 15 Por consiguiente, el preámbulo largo se genera de una manera similar a la generación del preámbulo largo por los generadores 2301 a 230M de preámbulos mostrados en la Fig. 2, y los generadores 2301 a 230M de preámbulos insertan adicionalmente el segundo preámbulo largo después del símbolo de señal para generar la trama.
- El generador de tramas modifica el símbolo de señal con el fin de proporcionar compatibilidad con el sistema convencional.
- 20 Un bit que no se ha usado como bit reservado en la configuración de símbolo convencional se redefine como bit de antena A, y el bit se usa para discernir entre SDM y el STBC.
- 25 Se usa un bit R4 de cuatro bits de TASA DE TRANSMISIÓN para distinguir entre el modo de IEEE 802.11a convencional y el modo de OFDM de múltiples antenas. Por consiguiente, el generador de tramas asigna los bits de TASA DE TRANSMISIÓN R1 a R4 y el bit de antena A tal como se muestra en la tabla 1.

[Tabla 1]

| ■TASA DE TRANSMISIÓN, asignación de bits de ANTENA, (R1 R4, A). | Tasa de transmisión de datos, | Método de mapeo, | Tasa de transmisión de códigos, | Modo de transmisión, |
|---|-------------------------------|------------------|---------------------------------|----------------------|
| ■1101X,   | 6,                            | BPSK,            | 1/2,                            | IEEE802 11a,         |
| ■1111X,   | 9,                            | BPSK,            | 3/4,                            | IEEE802 11a,         |
| ■0101X,   | 12,                           | QPSK,            | 1/2,                            | IEEE802 11a,         |
| ■0111X,   | 18,                           | QPSK,            | 3/4,                            | IEEE802 11a,         |
| ■1001X,   | 24,                           | 16QAM,           | 1/2,                            | IEEE802 11a,         |
| ■1011X,   | 36,                           | 16QAM,           | 3/4,                            | IEEE802 11a,         |
| ■0001X,   | 48,                           | 64QAM,           | 2/3,                            | IEEE802 11a,         |
| ■0011X,   | 54,                           | 64QAM,           | 3/4,                            | IEEE802 11a,         |
| ■11000,   | 6,                            | BPSK,            | 1/2,                            | STBC-OFDM,           |
| ■11100,   | 9,                            | BPSK,            | 3/4,                            | STBC-OFDM,           |
| ■01000,   | 12,                           | QPSK,            | 1/2,                            | STBC-OFDM,           |
| ■01100,   | 18,                           | QPSK,            | 3/4,                            | STBC-OFDM,           |
| ■10000,   | 24,                           | 16QAM,           | 1/2,                            | STBC-OFDM,           |
| ■10100,   | 36,                           | 16QAM,           | 3/4,                            | STBC-OFDM,           |
| ■00000,   | 48,                           | 64QAM,           | 2/3,                            | STBC-OFDM,           |
| ■00100,   | 54,                           | 64QAM,           | 3/4,                            | STBC-OFDM,           |
| ■11001,   | 12,                           | BPSK,            | 1/2,                            | SDM -OFDM,           |
| ■11101,   | 18,                           | BPSK,            | 3/4,                            | SDM -OFDM,           |
| ■01001,   | 24,                           | QPSK,            | 1/2,                            | SDM -OFDM,           |
| ■01101,   | 36,                           | QPSK,            | 3/4,                            | SDM -OFDM,           |
| ■10001,   | 48,                           | 16QAM,           | 1/2,                            | SDM -OFDM,           |
| ■10101,   | 72,                           | 16QAM,           | 3/4,                            | SDM -OFDM,           |
| ■00001,   | 96,                           | 64QAM,           | 2/3,                            | SDM -OFDM,           |
| ■00101,   | 108,                          | 64QAM,           | 3/4,                            | SDM -OFDM,           |

5 Tal como se muestra en la tabla 1, cuando se establece que el bit R4 bit es 1, los datos se reciben en el método de IEEE 802.11a. Puesto que el modo de transmisión es el modo de IEEE 802.11a cuando el bit R4 es 1, un valor del bit de antena A no tiene efecto y la configuración del símbolo de señal corresponde a la de la norma IEEE 802.11a.

10 Sin embargo, cuando se establece que el bit R4 es 0, el sistema es el sistema de MIMO. En este momento, se determina si el modo de transmisión es el modo de SDM o el modo de STBC con referencia al bit de antena A.

Los bits R1 a R3 corresponden respectivamente a información sobre ocho tasas de transmisión de datos, métodos de mapeo y tasas de transmisión de códigos.

15 Por consiguiente, el símbolo de señal se configura combinando 24 bits de una manera similar al símbolo de señal convencional. Los 24 bits incluyen longitud de 12 bits, paridad de 1 bit y cola de 6 bits. Los datos se transmiten en las 64 ó 128 (64+64) subportadoras repetidas en el modo de IEEE 802.11a convencional, y los datos se transmiten por separado en las subportadoras pares y las subportadoras impares en el modo de múltiples antenas tal como se muestra en la fórmula matemática 4 y la fórmula matemática 8.

20 En términos de rendimiento de la antena de transmisión, las configuraciones de símbolo de señal y preámbulo predeterminado se forman independientemente del número de antenas de transmisión y anchos de banda.

25 En la configuración de tramas anterior, se describirá un proceso para mantener la compatibilidad por el sistema convencional y el sistema según la realización a modo de ejemplo en el terminal de recepción.

30 Cuando los datos se transmiten en el sistema de IEEE 802.11a convencional, el receptor convencional puede realizar una demodulación del preámbulo corto, el primer preámbulo largo y el campo de símbolo de señal. Sin embargo, cuando el símbolo de señal se interpreta, los datos después del símbolo de señal se demodulan porque la trama corresponde a la trama convencional cuando el bit R4 de los bits de TASA DE TRANSMISIÓN es 1, la demodulación de datos no se realiza hasta que la trama termina porque la trama no se demodula por el demodulador convencional cuando el bit R4 es 0. Por consiguiente, la compatibilidad se proporciona en una red formada combinando el sistema convencional y el sistema según la realización a modo de ejemplo de la presente invención.

35 El receptor del sistema según la realización a modo de ejemplo de la presente invención comienza a realizar la demodulación de los datos después del símbolo de señal después de que el receptor acuse recibo de que la trama es la trama de IEEE 802.11a cuando R4 de los símbolos de señal es 1. Sin embargo, cuando el R4 es 0 el receptor

realiza la estimación de canal usando el segundo preámbulo largo después del símbolo de señal, busca el bit de antena A, determina si el modo de transmisión es SDM-OFDM o STBC-OFDM y restablece los datos de transmisión después de un proceso de demodulación apropiado según el modo determinado.

5 Por consiguiente, se permite que el sistema según la realización a modo de ejemplo de la presente invención sea compatible con el sistema de IEEE 802.11a convencional.

La Fig. 7 muestra un diagrama de bloques para representar una configuración para una sincronización inicial del receptor según la realización a modo de ejemplo de la presente invención.

10 En la Fig. 7, el receptor incluye compensadores 300a y 300b de desfase de DC, y compensadores 310a y 310b en fase y cuadratura (I/Q) para compensar el desajuste I/Q, para una trayectoria de las respectivas antenas. Los compensadores 300a y 300b de desfase de DC eliminan el desfase de DC en la trayectoria de las respectivas antenas que puede generarse en un circuito analógico y de RF. Los compensadores 310a y 310b I/Q compensan el desajuste I/Q que puede generarse en los circuitos analógicos y de RF.

Los datos antes del símbolo de señal, que son la parte de preámbulo corto y la parte del primer preámbulo largo, se introducen en un mezclador 400 de canales. En el mezclador 400 de canales, la frecuencia se desplaza +10 MHz y -10MHz con el fin de dividir respectivamente dos señales de ancho de banda de 40 MHz en un canal 0 de 20 MHz y un canal 1 de 20 MHz. Por consiguiente, se generan dos salidas a partir de las respectivas trayectorias de antena. Las señales pasan por un filtro 410 de paso bajo (LPF) y las señales se diezman en 1/2 con el fin de convertir las señales a señales de ancho de banda de 20 MHz. La sincronización inicial se realiza usando el preámbulo corto y el primer preámbulo largo de 20 MHz.

25 Un estimador 430 de desfase de frecuencia de portadora (CFO) estima un desfase de frecuencia de portadora usando una autocorrelación del preámbulo corto y el primer preámbulo largo.

Un sincronizador 420 de tramas realiza una sincronización de tramas usando una correlación cruzada del preámbulo corto y el primer preámbulo largo. Un detector 440 de ancho de banda realiza una detección de ancho de banda para determinar el ancho de banda operativo usando la autocorrelación del primer preámbulo largo.

30 El símbolo de señal que incluye el primer preámbulo largo y la parte de datos se introducen en unidades 330a y 330b de FFT después de que se realiza la sincronización inicial. En este momento, se estima el canal y se demodula el símbolo de señal usando una salida de FFT del primer preámbulo largo.

35 El símbolo de señal se demodula sin tener información sobre el modo de transmisión porque un método para transmitir el símbolo de señal es siempre el mismo. Después de que se demodula el símbolo de señal, se proporciona la información sobre el modo de transmisión, el ancho de banda operativo, la longitud de trama, el método de demodulación y la tasa de transmisión de códigos.

40 Tal como se describió anteriormente, cuando R4 es 1 (es decir, cuando el modo de transmisión es el modo de MIMO-OFDM), un estimador 450 de canal realiza además la estimación de canal usando el segundo preámbulo largo.

45 El campo de datos se demodula con referencia a la información establecida en el símbolo de señal cuando se realiza la estimación de canal.

Los compensadores 340a y 340b de fase estiman y compensan desfases de frecuencia y de fase residuales usando la subportadora piloto.

50 La señal se detecta según el modo de transmisión por el detector 300 y el receptor combina los datos que han pasado por el demapeador, el desentrelazador, el decodificador de Viterbi y el descryptador y transmite los datos combinados a una capa de control de acceso al medio (MAC).

55 Por tanto, el sistema que soporta las múltiples antenas facilita la estimación de canal y proporciona compatibilidad con el sistema convencional.

La Fig. 8 muestra un diagrama de flujo para representar un método para transmitir los datos según una realización a modo de ejemplo de la presente invención.

60 Los datos binarios generados en la unidad de origen se distribuyen a la pluralidad de anchos de banda en la etapa S100. La tasa de transmisión de datos puede aumentarse cuando los datos binarios se distribuyen a la pluralidad de anchos de banda.

65 Los datos distribuidos a los respectivos anchos de banda se codifican respectivamente en la etapa S110 usando a modo de ejemplo el código de convolución para aumentar la corrección de errores de datos. La operación de

encriptación puede realizarse adicionalmente antes de la operación de codificación.

Se realiza la operación de entrelazado para impedir un error de transmisión de ráfaga y los datos binarios se mapean para dar una pluralidad de símbolos complejos en la etapa S120 cuando se codifican los datos. El método de mapeo incluye las modulaciones de BPSK, QPSK, 16QAM y 64QAM.

Los datos mapeados para dar los símbolos de número complejo se distribuyen a las antenas, y las subportadoras asignadas a las respectivas antenas se asignan a los símbolos complejos distribuidos en la etapa S140. Las señales de OFDM formadas asignando las subportadoras realizan respectivamente la transformada inversa rápida de Fourier, para transformar la señal en el dominio de frecuencia en la señal en el dominio de tiempo.

Cuando se asignan las subportadoras, la señal llena los anchos de banda deseados, y 0 llena otros anchos de banda. Las subportadoras también pueden asignarse de manera que una subportadora usada por una antena puede no usarse por otra antena.

Pueden usarse no sólo los anchos de banda y antenas múltiples sino también un único ancho de banda y una única antena en las etapas S100 y S130.

Cuando se usan el único ancho de banda y la única antena, el proceso de modulación de datos corresponde al de la norma IEEE 802.11 a convencional.

Por consiguiente, se determina si la señal de OFDM debe transmitirse según el método de transmisión de MIMO usando los múltiples anchos de banda y las múltiples antenas en la etapa S150. La información para determinar el estado de MIMO se determina buscando la configuración y una operación previa del transmisor.

Cuando la señal de OFDM debe transmitirse según el método de transmisión de MIMO usando las múltiples antenas, los preámbulos para las respectivas subportadoras se generan en la etapa S160. El preámbulo incluye el preámbulo largo de las antenas y subportadoras operativas. El preámbulo largo incluye el primer preámbulo largo para la estimación de canal de las subportadoras operativas de la antena y el segundo preámbulo largo para la estimación de canal de las subportadoras que no se usan.

En este momento, puede usarse el primer preámbulo largo que se ha usado para una subportadora por una antena para el segundo preámbulo largo.

El símbolo de señal que tiene información sobre la demodulación de datos se genera en la etapa S161. El símbolo de señal se genera mapeando la información en el modo de transmisión, la tasa de transmisión de datos, el método de mapeo y la tasa de transmisión de códigos en los bits R1 a R4 y el bit de antena tal como se muestra en la tabla 1.

El campo de datos y la trama para la antena de MIMO se generan usando el preámbulo corto generado, el primer preámbulo largo y el segundo preámbulo largo en la etapa S162. La trama se configura en un orden del preámbulo corto, el primer preámbulo largo, el símbolo de señal, el segundo preámbulo largo y el campo de datos.

Cuando se determina que la señal de OFDM no debe transmitirse según el método de transmisión de MIMO, la trama para la única antena se genera en la etapa S170 de una manera similar del sistema convencional. La trama para la única antena también incluye un preámbulo corto, un preámbulo largo, un símbolo de señal y un campo de datos. Se omitirá una descripción de la generación de la trama para la única antena que se ha descrito anteriormente.

La trama generada por la configuración anterior se transmite al receptor a través de la unidad de transmisión de RF en la etapa S180.

La Fig. 9 muestra un diagrama de flujo para representar un método para recibir los datos según una realización a modo de ejemplo de la presente invención.

En el método para recibir los datos, la señal de OFDM recibida por el canal de radio se sincroniza inicialmente en la etapa S210. Además, el desfase de DC se elimina usando un filtro, y la discordancia I/Q se compensa en la etapa S210. Se usan el preámbulo corto y el primer preámbulo largo antes del símbolo de señal para realizar la sincronización inicial de la señal compensada.

El desfase de frecuencia de subportadora se estima usando la autocorrelación del preámbulo corto y el primer preámbulo largo, y la sincronización de trama se realiza usando la correlación cruzada del preámbulo corto y el primer preámbulo largo en la etapa S220.

La detección de ancho de banda se realiza para determinar el ancho de banda operativo usando la autocorrelación del primer preámbulo largo en la etapa S230.

5 Se realiza una primera estimación de canal por la transformada rápida de Fourier del primer preámbulo largo en la etapa S240. Los métodos para la sincronización de tiempo inicial, sincronización de frecuencia y la estimación de canal se seleccionan fácilmente por los expertos en la técnica porque en la norma IEEE 802.11a se ha definido un preámbulo de procedimiento de convergencia de capa física (PLCP) que es una señal de cadena para la sincronización.

10 El receptor demodula el símbolo de señal y determina la información sobre el símbolo de señal en la etapa S250. El símbolo de señal incluye información sobre el modo de transmisión, la tasa de transmisión de datos, método de mapeo y tasa de transmisión de códigos.

15 El receptor determina si el símbolo de señal demodulado se transmite desde el sistema MIMO con referencia a la información de modo de transmisión en la etapa S260. La información de modo de transmisión se proporciona basándose en un valor de establecimiento del bit R4 entre los símbolos de señal.

20 Cuando el modo de transmisión es el modo MIMO-OFDM, la estimación de canal se realiza usando el segundo preámbulo largo transmitido después del símbolo de señal. El primer preámbulo largo de una subportadora que no se usa por otra antena se sustituye por el segundo preámbulo largo. Por consiguiente, se termina la estimación de canal en la señal de MIMO-OFDM cuando se realiza la segunda estimación.

El desfase se compensa usando la subportadora piloto, y la demodulación de datos se realiza según la tasa de transmisión de datos, método de mapeo y tasa de transmisión de códigos en el símbolo de señal. La demodulación de datos se ha descrito con referencia a la Fig. 3.

25 Cuando el modo de transmisión no es el modo MIMO-OFDM en la etapa S260 previa, la compensación de fase y la demodulación de datos se realizan sin realizar otra estimación de canal.

30 Según la realización a modo de ejemplo de la presente invención, la tasa de transmisión de datos de alta velocidad se proporciona por el sistema MIMO-OFDM, y la compatibilidad con el sistema convencional también se proporciona porque la mayor parte de la configuración de tramas del sistema de OFDM de única antena convencional se mantiene en la realización a modo de ejemplo de la presente invención.

35 Aunque la presente invención se ha descrito en detalle con referencia a las realizaciones preferidas, los expertos en la técnica apreciarán que pueden realizarse diversas modificaciones y sustituciones en las mismas sin apartarse del alcance de la presente invención tal como se expone en las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

1. Un método para un transmisor para generar una trama para transmitir datos, comprendiendo el método:
- 5 generar un preámbulo corto (S160) que incluye información de sincronización;  
 generar dos o más preámbulos largos (S160) subsiguientes al preámbulo corto, incluyendo los dos o más  
 preámbulos largos un primer preámbulo largo y un segundo preámbulo largo;  
 generar un símbolo de señal (S161) entre el primer preámbulo largo y el segundo preámbulo largo; y  
 generar un símbolo de datos situado subsiguiente a los dos o más preámbulos largos,  
 10 en el que el segundo preámbulo largo incluye información de estimación de canal que es necesaria para  
 que un receptor demodule el símbolo de datos, y  
 en el que generar los dos o más preámbulos largos incluye generar cada uno de los dos o más  
 preámbulos largos basándose en una secuencia predeterminada;  
**caracterizado porque**  
 15 el símbolo de señal incluye información sobre codificación espacio-temporal por bloques, y  
 el primer preámbulo largo está precedido por un intervalo de guardia que tiene una longitud de 1,6  $\mu$ s, el  
 segundo preámbulo largo incluye dos preámbulos largos T1, T2 donde cada uno de los dos preámbulos  
 largos T1, T2 está precedido respectivamente por un intervalo de guardia que tiene una longitud de 0,8  
 $\mu$ s, y el símbolo de datos está precedido por un intervalo de guardia que tiene una longitud de 0,8  $\mu$ s.
- 20 2. El método según la reivindicación 1, en el que el símbolo de señal incluye además información sobre una  
 tasa de codificación y un método de mapeo.
3. El método según la reivindicación 1, en el que el número de antenas de transmisión es dos.
- 25 4. El método según la reivindicación 1, en el que una señal de dominio de frecuencia del primer preámbulo  
 largo corresponde a una primera secuencia que se deriva de la secuencia predeterminada, y  
 una señal de dominio de frecuencia del segundo preámbulo largo corresponde a una segunda secuencia  
 que se deriva de la secuencia predeterminada.
- 30 5. El método según la reivindicación 4, en el que el primer preámbulo largo se genera mediante  
 transformación inversa de Fourier de la primera secuencia larga y el segundo preámbulo largo se genera  
 mediante transformación inversa de Fourier de la segunda secuencia larga.
- 35 6. Un aparato, que comprende:
- un generador de tramas (2311, ..., 231M) configurado para generar una trama; y  
 un transmisor (2111, ..., 211M) configurado para transmitir la trama a través de al menos una antena,  
 40 en el que la trama comprende un preámbulo corto, dos o más preámbulos largos situados subsiguientes  
 al preámbulo corto en el que los dos o más preámbulos largos incluyen un primer preámbulo largo y un  
 segundo preámbulo largo,  
 un símbolo de señal entre el primer preámbulo largo y el segundo preámbulo largo, y un símbolo de  
 datos situado subsiguiente a los dos o más preámbulos largos,  
 45 en el que el segundo preámbulo largo comprende información de estimación de canal que es necesaria  
 para que un receptor demodule el símbolo de datos, y  
 en el que cada uno de los dos o más preámbulos largos se genera basándose en una secuencia  
 predeterminada,  
**caracterizado porque**  
 50 el símbolo de señal incluye información sobre codificación espacio-temporal por bloques, y  
 el primer preámbulo largo está precedido por un intervalo de guardia que tiene una longitud de 1,6  $\mu$ s, el  
 segundo preámbulo largo incluye dos preámbulos largos T1, T2 donde cada uno de los dos preámbulos  
 largos T1, T2 está precedido respectivamente por un intervalo de guardia que tiene una longitud de 0,8  
 $\mu$ s, y el símbolo de datos está precedido por un intervalo de guardia que tiene una longitud de 0,8  $\mu$ s.
- 55 7. El aparato según la reivindicación 6, en el que el símbolo de señal incluye además información sobre una  
 tasa de codificación y un método de mapeo.
8. El aparato según la reivindicación 6, en el que el número de antenas de transmisión es dos.
- 60 9. El aparato según la reivindicación 6, en el que una señal de dominio de frecuencia del primer preámbulo  
 largo corresponde a una primera secuencia que se deriva de la secuencia predeterminada, y  
 una señal de dominio de frecuencia del segundo preámbulo largo corresponde a una segunda secuencia  
 que se deriva de la secuencia predeterminada.
- 65 10. El aparato según la reivindicación 6, en el que el primer preámbulo largo se genera mediante  
 transformación inversa de Fourier de la primera secuencia larga y el segundo preámbulo largo se genera

mediante transformación inversa de Fourier de la segunda secuencia larga.

11. Un método para recibir datos que se han transmitido por un transmisor para generar una trama para transmitir datos, comprendiendo el método:

5 recibir un preámbulo corto que incluye información de sincronización;  
recibir dos o más preámbulos largos subsiguientes al preámbulo corto, incluyendo los dos o más preámbulos largos un primer preámbulo largo y un segundo preámbulo largo;  
10 recibir un símbolo de señal entre el primer preámbulo largo y el segundo preámbulo largo;  
recibir un símbolo de datos situado subsiguiente a los dos o más preámbulos largos; y  
estimar un canal entre el transmisor y un receptor usando el segundo preámbulo largo para demodular el símbolo de datos,  
en el que los dos o más preámbulos largos se generan basándose en una secuencia predeterminada,  
15 **caracterizado porque**  
el símbolo de señal incluye información sobre codificación espacio-temporal por bloques, y  
el primer preámbulo largo está precedido por un intervalo de guardia que tiene una longitud de 1,6  $\mu\text{s}$ , el  
segundo preámbulo largo incluye dos preámbulos largos T1, T2 donde cada uno de los dos preámbulos  
largos T1, T2 está precedido respectivamente por un intervalo de guardia que tiene una longitud de 0,8  
20  $\mu\text{s}$ , y el símbolo de datos está precedido por un intervalo de guardia que tiene una longitud de 0,8  $\mu\text{s}$ .



**Fig. 1**

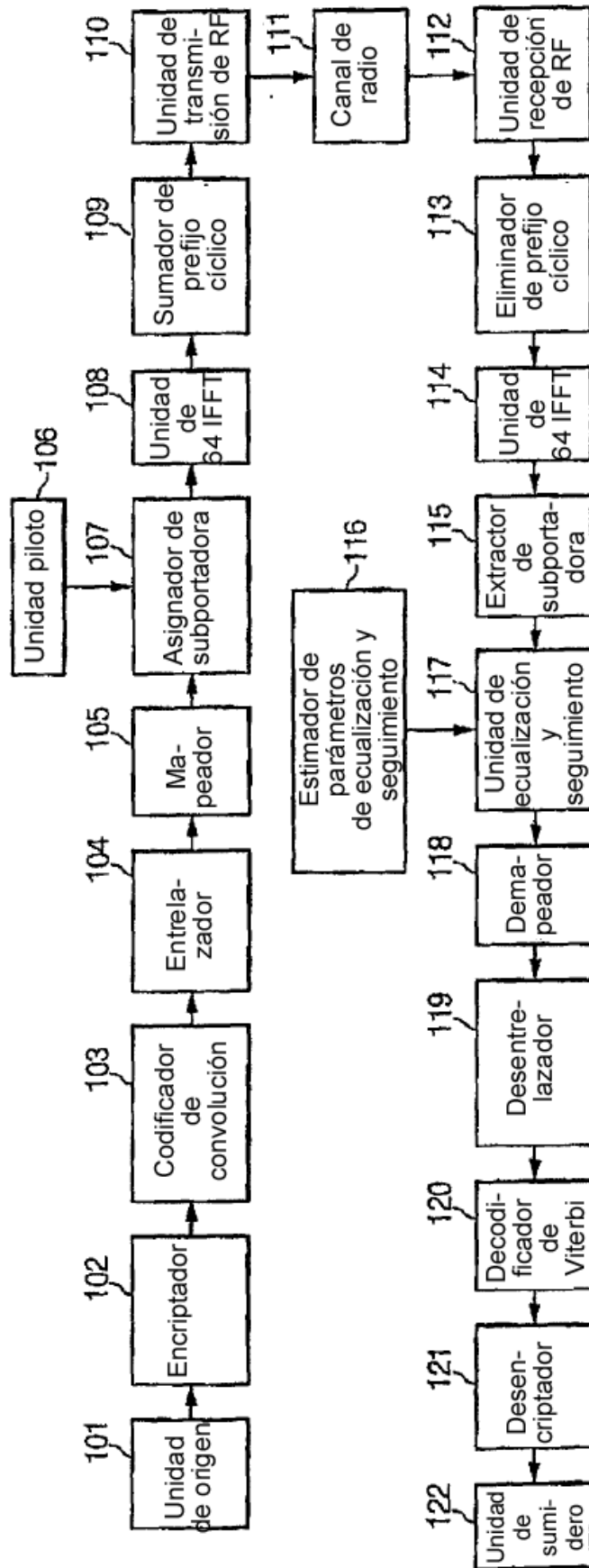


Fig. 2

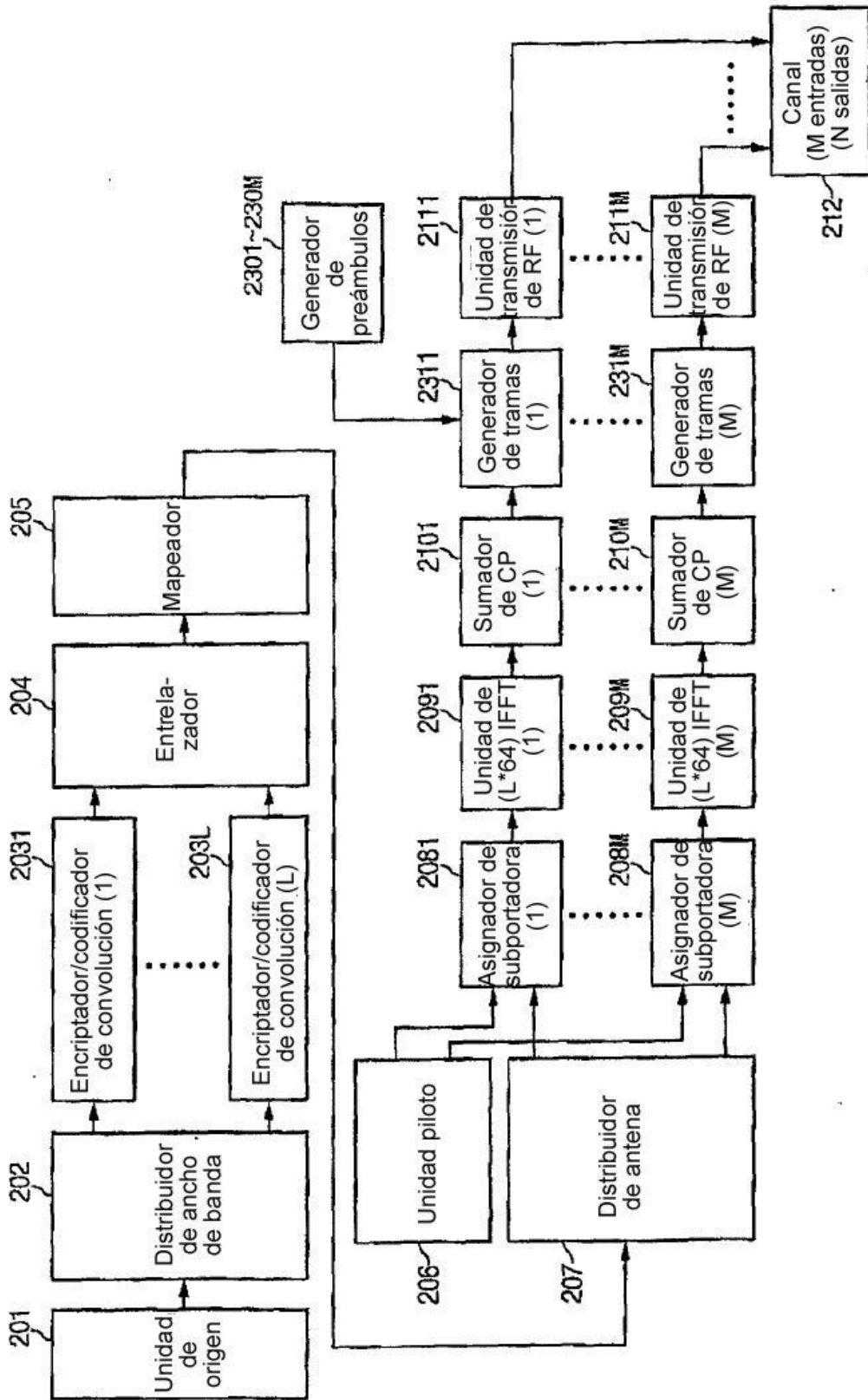
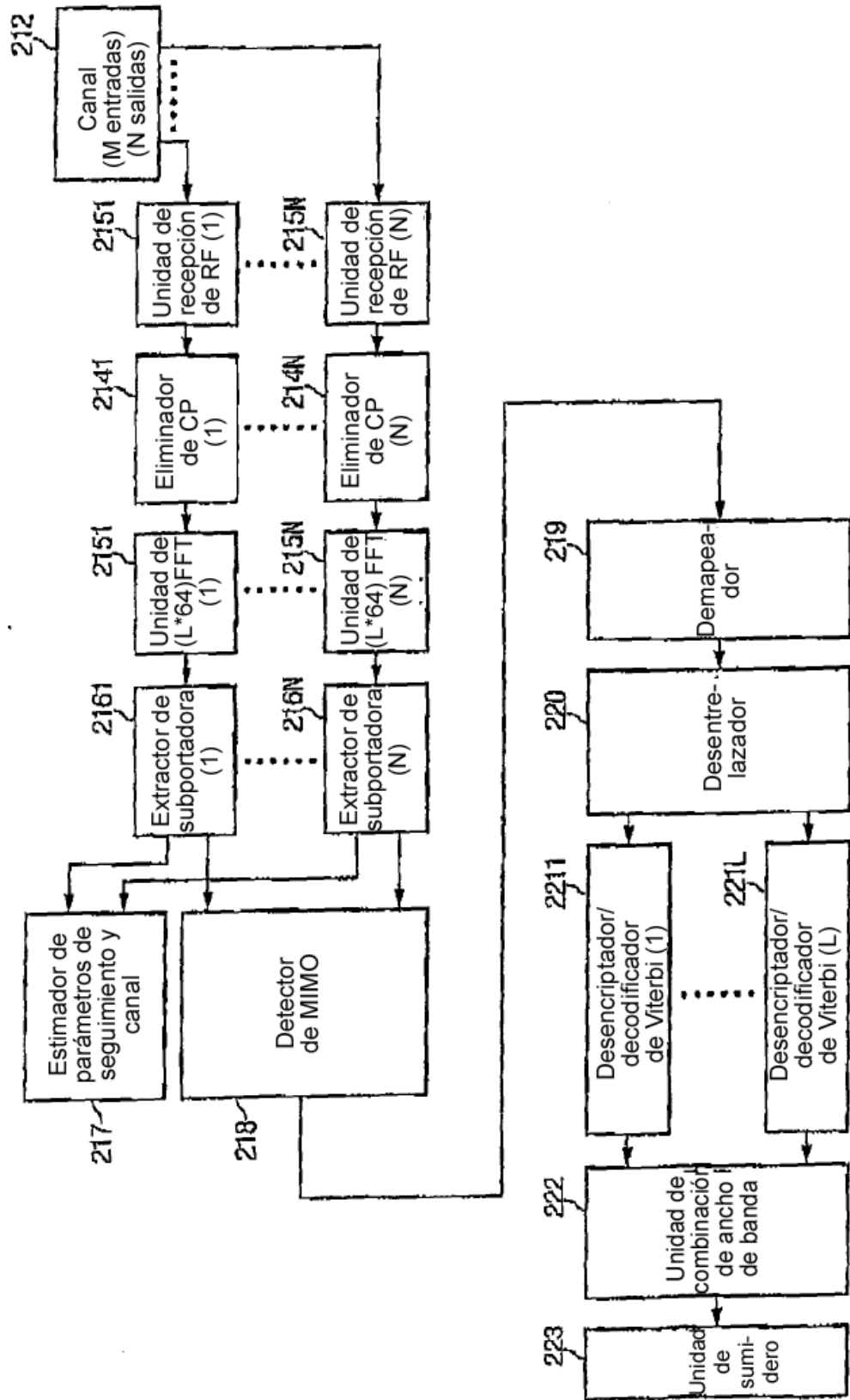
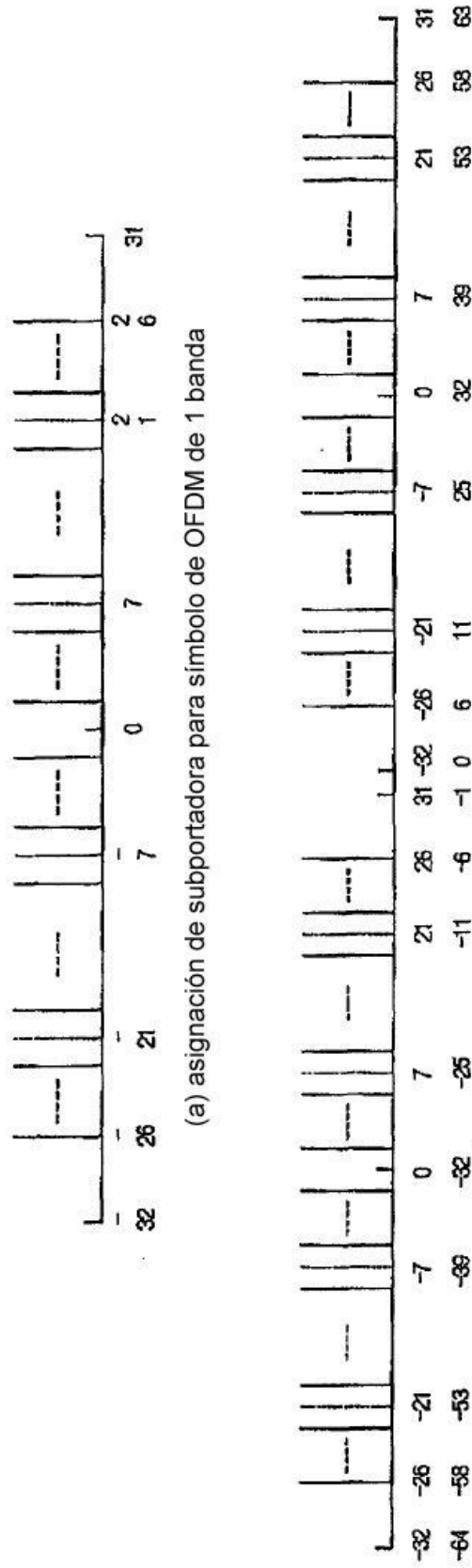


Fig. 3



**Fig. 4**



**Fig. 5**

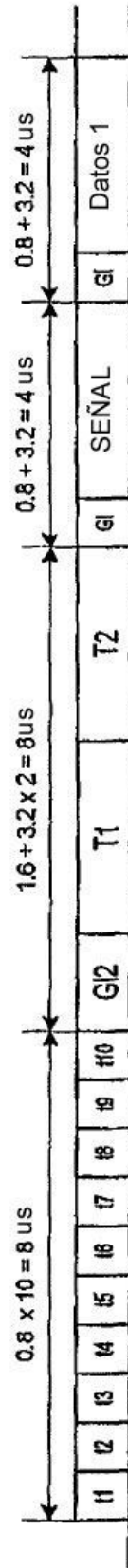


Fig. 6

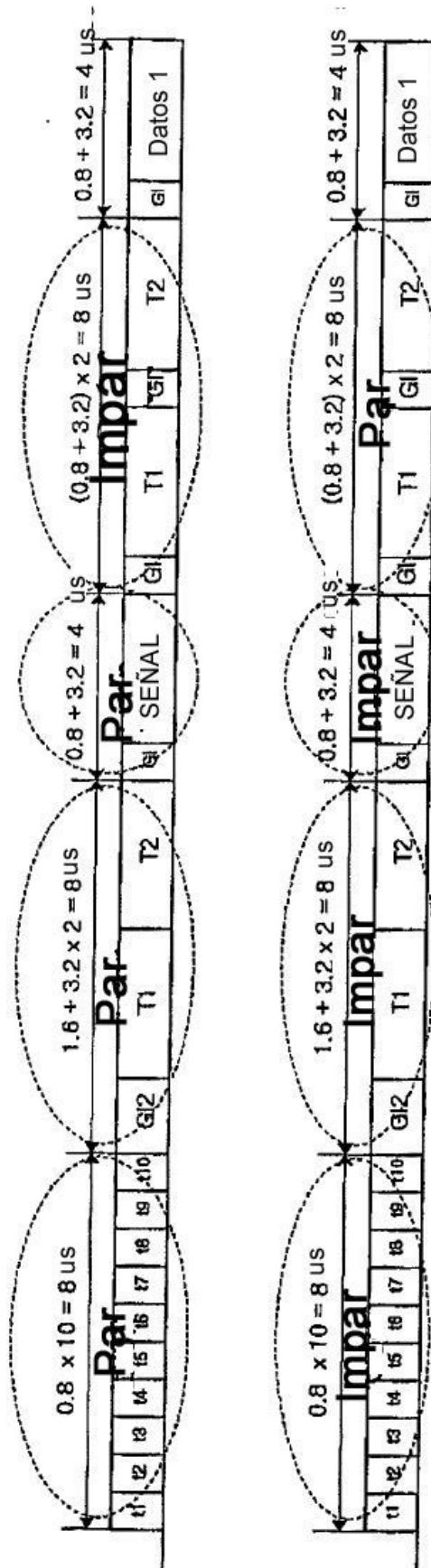
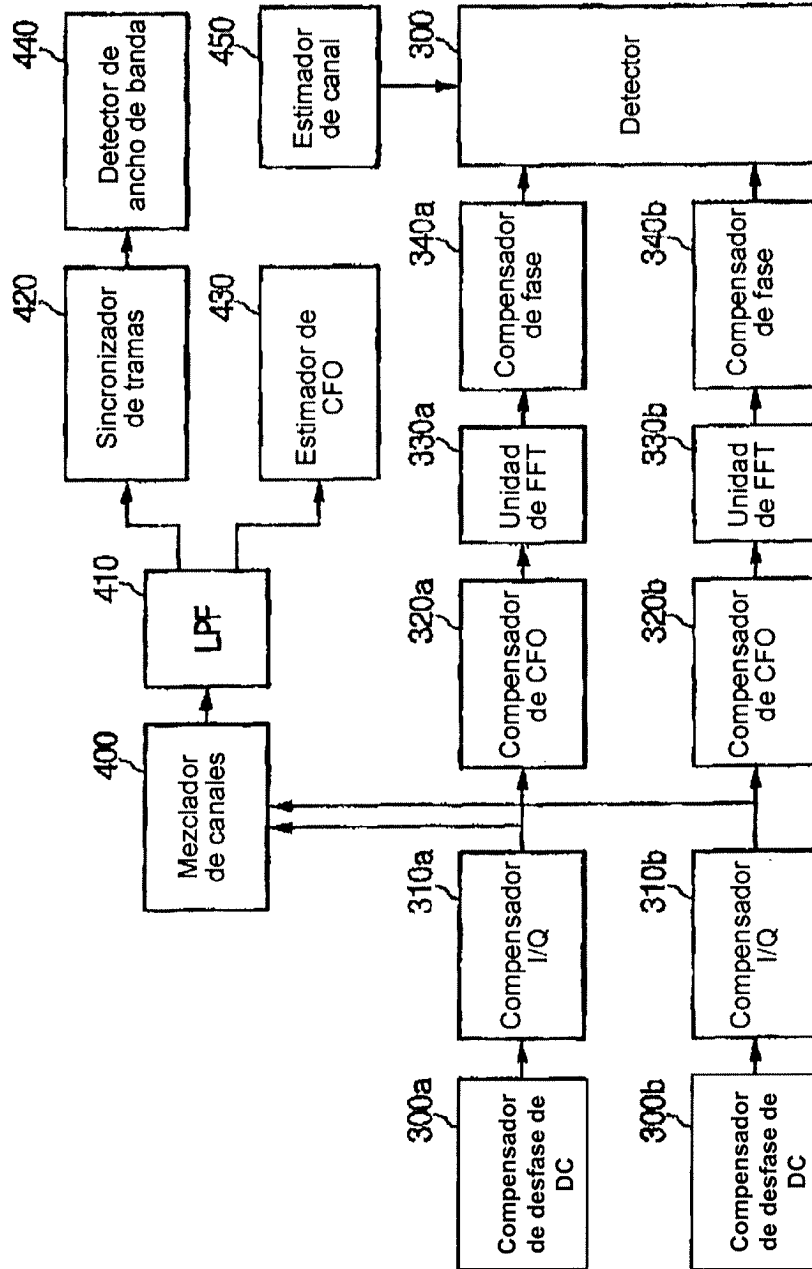
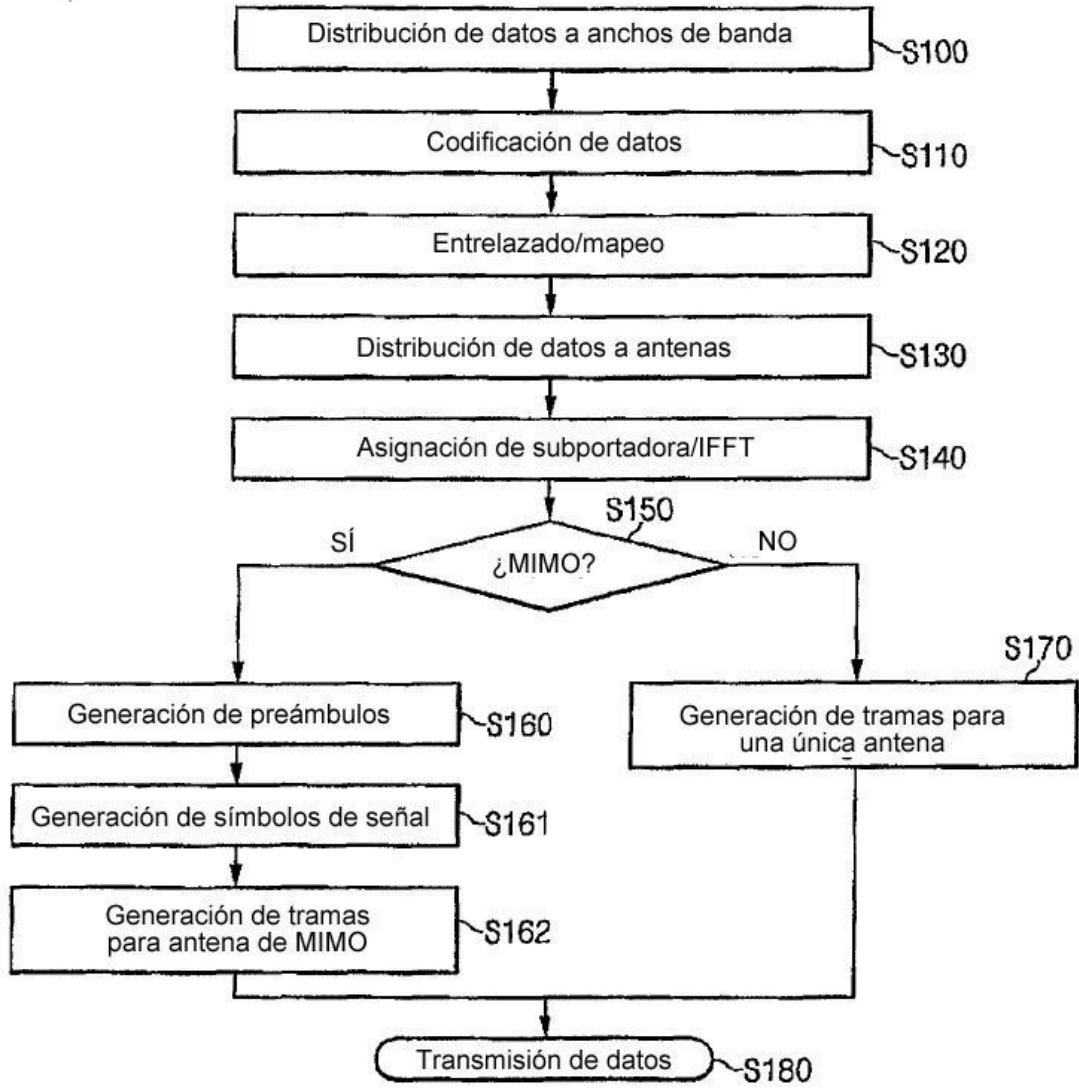


Fig. 7



**Fig. 8**





**Fig. 9**

