

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 593 678**

51 Int. Cl.:

H04L 27/26	(2006.01)
H04L 5/00	(2006.01)
H04B 7/04	(2006.01)
H04B 7/06	(2006.01)
H04L 25/02	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.04.2007 E 14189288 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.06.2016 EP 2838237**

54 Título: **Método y dispositivos para asignar señales de referencia en un sistema MIMO**

30 Prioridad:

12.04.2006 US 791833 P
 10.10.2006 US 828950 P
 12.10.2006 US 829273 P
 31.10.2006 US 863775 P
 04.04.2007 US 910183 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.12.2016

73 Titular/es:

LG ELECTRONICS INC. (100.0%)
128 Yeoui-daero, Yeongdeungpo-Gu
Seoul 150-721, KR

72 Inventor/es:

KO, HYUN SOO;
IHM, BIN CHUL;
CHUN, JIN YOUNG;
LEE, WOOK BONG;
CHUNG, JAE HOON;
CHANG, JAE WON;
JUNG, JIN HYOUK;
LEE, MOON IL y
HAN, SEUNG HEE

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 593 678 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

Método y dispositivos para asignar señales de referencia en un sistema MIMO

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a comunicación inalámbrica y más particularmente, a un método para asignar señales de referencia en un sistema de antenas de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO).

Antecedentes de la técnica

10 Un sistema de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) se define como un sistema que mejora la eficiencia de comunicación de datos mediante el uso de múltiples antenas de transmisión y múltiples antenas de recepción. El sistema MIMO se puede realizar usando un esquema MIMO tal como una multiplexación espacial y una diversidad espacial. Según la multiplexación espacial, se transmiten concurrentemente diferentes flujos a través de las múltiples antenas de transmisión y de esta manera se logra una rápida transmisión sin tener que aumentar un ancho de banda del sistema. Según la diversidad espacial, los mismos flujos se transmiten a través de las múltiples antenas de transmisión para obtener diversidad.

15 A fin de reproducir una señal transmitida desde un transmisor, una estimación de canal tiene que ser llevada a cabo por un receptor. La estimación de canal se define como un proceso en el que una señal distorsionada se restaura compensando la distorsión de señal debida a desvanecimiento. En general, para la estimación de canal, se requieren señales de referencia que son conocidas tanto por el transmisor como el receptor.

20 Las señales de referencia se pueden asignar usando o bien un primer esquema en el que las señales de referencia se asignan sobre una banda de frecuencia entera o bien un segundo esquema en el que las señales de referencia se asignan sobre una parte de la banda de frecuencia. Las señales de referencia se asignan más densamente en el primer esquema antes que en el segundo esquema. La estimación de canal se puede realizar con más precisión cuando se usa el primer esquema. Por otra parte, se puede lograr una tasa de datos mayor en el segundo esquema antes que en el primer esquema. En el segundo esquema, las señales de referencia se asignan escasamente y de esta manera puede degradar la estimación de canal.

25 El documento WO 2005/088882 se refiere a diseños piloto para sistemas OFDM con cuatro antenas de transmisión.

En "Pilot pattern design consideration for E-UTRA DL", BORRADOR DEL 3GPP, R1-050642, 16 de junio de 2005, se propone tratar el principio de diseño de patrón piloto distribuido y evaluar las relaciones relativas entre los rendimientos de estimación de canal con diferentes densidades y patrones piloto distribuidos bajo diferentes condiciones de canal.

30 En el sistema MIMO, se proporcionan independientemente múltiples canales para múltiples antenas. Las señales de referencia necesitan ser asignadas en consideración de los múltiples canales. Además, el sistema MIMO puede operar o bien en un modo de palabra de código única o bien en un modo de palabra de código múltiple según una categoría. El número de señales de referencia puede aumentar junto con el aumento del número de antenas de transmisión. Pero, esto puede afectar adversamente la tasa de datos.

35 Por lo tanto, hay una necesidad de una técnica en la que las señales de referencia se puedan asignar eficazmente teniendo en cuenta las múltiples antenas.

Descripción

Solución técnica

40 La presente invención proporciona un método de asignación de señales de referencia para un sistema de antenas de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) sobre comunicación inalámbrica.

Cualquier aparición del término "realización" en la descripción tiene que ser considerada como un "aspecto de la invención", la invención que se define en las reivindicaciones independientes adjuntas.

45 En un aspecto de la invención, se proporciona un método para asignar señales de referencia para una subtrama en un sistema de comunicación de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) inalámbrico. La subtrama incluye una pluralidad de símbolos de Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM) en un dominio de tiempo y una pluralidad de subportadoras en un dominio de frecuencia. El método incluye asignar una pluralidad de primeras señales de referencia para una primera antena en un primer símbolo OFDM sobre una subtrama para la primera antena en intervalos regulares en el dominio de frecuencia, asignar una pluralidad de segundas señales de referencia para una segunda antena en el primer símbolo OFDM sobre una subtrama para la segunda antena en intervalos regulares en el dominio de frecuencia de manera que la pluralidad de segundas señales de referencia no se solapan con la pluralidad de primeras señales de referencia, asignar una pluralidad de terceras señales de referencia para una tercera antena en un segundo símbolo OFDM sobre una subtrama para la tercera antena en intervalos regulares en el dominio de frecuencia, en donde el segundo símbolo OFDM es contiguo con el primer

símbolo OFDM y asignar una pluralidad de cuartas señales de referencia para una cuarta antena en el segundo símbolo OFDM sobre una subtrama para la cuarta antena de manera que la pluralidad de cuartas señales de referencia no se solapan con la pluralidad de terceras señales de referencia.

5 Según otro aspecto de la invención, se proporciona un método para colocar señales de referencia en un sistema de comunicación inalámbrico. El método incluye preparar una pluralidad de subtramas para una pluralidad de antenas, una subtrama que comprende una pluralidad de símbolos OFDM en un dominio de tiempo y una pluralidad de subportadoras en un dominio de frecuencia, colocar una señal de referencia para una subtrama y colocar una señal de referencia para otra subtrama que no se solapa con la señal de referencia para una subtrama, en donde la señal de referencia para una subtrama y la señal de referencia para otra subtrama se colocan sucesivamente en símbolos OFDM contiguos o en las subportadoras contiguas.

10 Aún según otro aspecto de la invención, se proporciona un método para colocar señales de referencia en un sistema de comunicación inalámbrico. El método que comprende colocar una pluralidad de señales de referencia para señal dedicada y colocar una pluralidad de señales de referencia para señal multiusuario de manera que los intervalos en el dominio de frecuencia de la pluralidad de señales de referencia para una señal multiusuario son más cortos que los de la pluralidad de señales de referencia para una señal dedicada.

15 Aún según otro aspecto de la invención, se proporciona un aparato para un sistema de comunicación MIMO inalámbrico basado en OFDM. El aparato incluye una pluralidad de antenas de transmisión, un multiplexor para asignar una pluralidad de señales de referencia para la pluralidad de antenas de transmisión que no se solapan entre sí, en donde al menos dos señales de referencia entre la pluralidad de señales de referencia se colocan sucesivamente en símbolos OFDM contiguos o en las subportadoras contiguas y un modulador OFDM para modular la pluralidad de señales de referencia.

20 Aún según otro aspecto de la invención, se proporciona un aparato para un sistema de comunicación MIMO inalámbrico basado en OFDM. El aparato incluye al menos una antena de recepción y un estimador de canal para estimar un canal usando una pluralidad de señales de referencia para la pluralidad de antenas de transmisión, en donde la pluralidad de señales de referencia no se solapan entre sí y al menos dos señales de referencia entre la pluralidad de señales de referencia se colocan sucesivamente en símbolos OFDM contiguos o en las subportadoras contiguas.

25 Aún según otro aspecto de la invención, se proporciona una estructura de señal de referencia para proporcionar información para estimación de canal en un sistema MIMO inalámbrico basado en OFDM. La estructura de señal de referencia incluye una pluralidad de señales de referencia para una pluralidad de antenas que no se solapan entre sí, en donde al menos dos señales de referencia entre la pluralidad de señales de referencia se colocan sucesivamente en símbolos OFDM contiguos o en las subportadoras contiguas.

Descripción de los dibujos

35 Las características, naturaleza y ventajas de la presente invención llegarán a ser más evidentes a partir de la descripción detallada expuesta más adelante cuando se toma en conjunto con los dibujos en los que caracteres de referencia iguales identifican correspondientemente en todas partes y en donde:

La FIG. 1 es un diagrama de bloques de un transmisor que tiene múltiples antenas;

La FIG. 2 es un diagrama de bloques de un receptor que tiene múltiples antenas;

40 La FIG. 3 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia cuando se usan dos antenas de transmisión;

La FIG. 4 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia cuando se usan cuatro antenas de transmisión;

La FIG. 5 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia;

La FIG. 6 ilustra otro ejemplo de una asignación de señales de referencia;

45 Las FIG. 7 hasta 19 ilustran ejemplos de una asignación de señales de referencia para una señal multiusuario;

Las FIG. 20 hasta 82 ilustran ejemplos de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención; y

Las FIG. 83 hasta 91 ilustran ejemplos de una asignación de señales de referencia para una señal multiusuario.

Modo para la invención

50 Características y ventajas adicionales de la invención se exponen en la descripción que sigue y en parte serán evidentes a partir de la descripción o se pueden aprender por la práctica de la invención. Se tiene que entender que

tanto la descripción general precedente como la siguiente descripción detallada de la presente invención son ejemplares y explicativas y se destinan a proporcionar una explicación adicional de la invención que se reivindica.

La técnica a ser descrita más adelante se puede usar en diversos sistemas de comunicación. Los sistemas de comunicación se distribuyen ampliamente para proporcionar diversos servicios de comunicación (por ejemplo, voz, datos por paquetes, etc.). La técnica se puede usar para enlace descendente o enlace ascendente. En general, enlace descendente significa comunicación desde una estación base (BS) a un equipo de usuario (UE) y enlace ascendente significa comunicación desde el UE a la BS. La BS se conoce generalmente como una estación fija que comunica con el UE y también se puede conocer como otra terminología tal como un nodo B, un sistema transceptor base (BTS) y un punto de acceso. El UE se puede situar de manera fija o puede tener movilidad. El UE también se puede conocer como otra terminología tal como una estación móvil (MS), un terminal de usuario (UT), una estación de abonado (SS) y un dispositivo inalámbrico.

Un sistema de comunicación puede ser o bien un sistema de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) o un sistema de múltiples entradas y única salida (MISO). El sistema MIMO incluye una pluralidad de antenas de transmisión y una pluralidad de antenas de recepción. El sistema MISO incluye una pluralidad de antenas de transmisión y una única antena de recepción.

No hay límite en un esquema de modulación de acceso múltiple. El esquema de modulación de acceso múltiple puede ser un esquema de modulación de portadora única bien conocido (por ejemplo, acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), acceso múltiple por división de código (CDMA), acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA)) o un método de modulación de portadora múltiple (por ejemplo multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM)).

La estimación de canal se puede realizar eficazmente por un receptor cuando se asignan señales de referencia bajo las siguientes condiciones.

En primer lugar, las señales de referencia tienen que ser asignadas de manera que el receptor pueda distinguir las señales de referencia transmitidas desde múltiples antenas de transmisión. Esto es debido a que las señales de referencia se usan por el receptor para la estimación de canal. Las señales de referencia se pueden asignar que no se solapen unas con otras en un dominio de tiempo y/o frecuencia para las antenas de transmisión respectivas, de manera que el receptor pueda distinguir las señales de referencia. Alternativamente, cuando las señales de referencia son ortogonales entre sí en un dominio de código, las señales de referencia pueden solaparse entre sí en el dominio de tiempo y/o frecuencia. Para lograr ortogonalidad en el dominio de código, las señales de referencia pueden usar un código ortogonal que tiene excelente autocorrelación y correlación cruzada. Ejemplos de código ortogonal incluyen una secuencia de autocorrelación cero y amplitud constante (CAZAC) y un código Walsh.

En segundo lugar, una varianza de canal tiene que ser insignificamente pequeña en una región donde se colocan las señales de referencia. Un canal en esta región se usa para decodificar los datos asignados adyacentes a las señales de referencia. Si el canal cambia significativamente en esta región, puede llegar a ser significativo un error de estimación de canal.

En realizaciones ejemplares, las señales de referencia se pueden cambiar en un intervalo específico en el eje de tiempo o en un intervalo específico en el eje de frecuencia. Es decir, para cada subtrama para antenas de transmisión respectivas, las señales de referencia se pueden cambiar generalmente en un intervalo de tiempo específico y/o en un intervalo de frecuencia específico mientras que se mantiene el intervalo entre las señales de referencia.

Una señal de referencia puede ser una señal de referencia para un usuario o una señal de referencia para una señal multiusuario. La señal multiusuario puede ser una señal de difusión y/o una señal de multidifusión. La señal de difusión se envía a todos los usuarios dentro de un área específica (por ejemplo celda y/o sector). La señal multidifusión se envía a un grupo específico de usuarios. Una señal unidifusión se envía a un usuario específico. Un ejemplo de la señal multiusuario puede ser una señal de servicio de difusión/multidifusión móvil (MBMS). Cuando se transmite la señal MBMS, la misma señal se transmite desde todas las celdas (o estaciones base).

En lo sucesivo, se describirán diversos ejemplos de una asignación de señales de referencia para un sistema MIMO que tiene cuatro antenas de transmisión. Las señales de referencia se asignarán según los siguientes principios. En primer lugar, el número de señales de referencia para la primera y segunda antenas en una subtrama es mayor que el de las señales de referencia para la tercera y cuarta antenas en la subtrama. En segundo lugar, el porcentaje ocupado por las señales de referencia enteras en la subtrama está por debajo de un valor predeterminado. En tercer lugar, las señales de referencia para cada antena de transmisión no se solapan entre sí.

Una subtrama incluye una pluralidad de símbolos OFDM en un dominio de tiempo y una pluralidad de subportadoras en un dominio de frecuencia. La subtrama es una rejilla de recursos que se define para cada antena de transmisión. Un intervalo de tiempo de transmisión (TTI) se puede definir como un tiempo requerido para transmitir una única subtrama. Una trama puede incluir una pluralidad de subtramas. Por ejemplo, una trama puede incluir diez subtramas.

La subtrama se puede dividir en dos regiones, un canal de control y un canal de datos. El canal de control es la región que transporta datos de control. El canal de datos es la región que transporta datos de usuario. Por ejemplo, un primer símbolo OFDM, un segundo símbolo OFDM y un tercer símbolo OFDM se pueden asignar para el canal de control y los otros símbolos OFDM se pueden asignar para el canal de datos. Aunque el número de símbolos OFDM para el canal de control es menor que el de los símbolos OFDM para el canal de datos, la fiabilidad para el canal de control tiene que ser mayor que la del canal de datos. Solamente una parte de múltiples antenas se puede asignar para transmitir el canal de control. Una primera antena y una segunda antena se pueden usar para el canal de control. En este caso, las señales de referencia para una tercera antena y las señales de referencia para una cuarta antena no se pueden asignar para los símbolos OFDM para el canal de control debido a que la tercera antena y la cuarta antena no se usan para el canal de control.

La FIG. 1 es un diagrama de bloques de un transmisor que tiene múltiples antenas.

Con referencia a la FIG. 1, un transmisor 100 incluye un codificador de canal 120, un correlacionador 130, un procesador MIMO 140, un multiplexor 150 y un modulador OFDM 160. El codificador de canal 120 codifica un flujo de entrada según un esquema de codificación predeterminado y entonces genera una palabra codificada. El correlacionador 130 correlaciona la palabra codificada a un símbolo que representa una posición en la constelación de señal. Dado que no hay límite en un esquema de modulación del correlacionador 130, el esquema de modulación puede ser una codificación de cambio de fase m (m-PSK) o modulación de amplitud en cuadratura m (m-QAM). Ejemplos de la m-PSK incluyen BPSK, QPSK y 8-PSK. Ejemplos de m-QAM incluyen 16-QAM, 64-QAM y 256-QAM. El procesador MIMO 140 procesa un símbolo correlacionado usando un esquema MIMO según las antenas de transmisión 190-1, ..., 190-Nt ($N_t > 1$). Por ejemplo, el procesador MIMO 140 puede manejar precodificación basada en un libro de códigos.

El multiplexor 150 asigna un símbolo de entrada y señales de referencia a una subportadora. Las señales de referencia se asignan para las antenas de transmisión respectivas 190-1, ..., 190-Nt. Las señales de referencia, también conocidas como pilotos, se usan para estimación de canal o demodulación de datos y son conocidas tanto por el transmisor 100 como un receptor 200 de la FIG. 2. El modulador OFDM 160 modula un símbolo multiplexado y de esta manera saca un símbolo OFDM. El modulador OFDM 160 puede realizar una transformada rápida de Fourier inversa (IFFT) en el símbolo multiplexado y puede insertar además un prefijo cíclico (CP) en el mismo después de que se realiza la IFFT. El símbolo OFDM se transmite a través de las antenas de transmisión respectivas 190-1, ..., 190-Nt.

La FIG. 2 es un diagrama de bloques de un receptor que tiene múltiples antenas.

Con referencia a la FIG. 2, un receptor 200 incluye un demodulador OFDM 210, un estimador de canal 220, un procesador posterior MIMO 230, un descorrelacionador 240 y un decodificador de canal 250. Las señales recibidas desde las antenas de recepción 290-1, ..., 290-Nr se someten a una transformada rápida de Fourier (FFT) por el demodulador OFDM 210. El estimador de canal 220 obtiene un canal estimado usando señales de referencia. El procesador posterior MIMO 230 realiza procesamiento posterior equivalente al procesador MIMO 140. El descorrelacionador 240 descorrelaciona el símbolo de entrada a una palabra codificada. El decodificador de canal 250 decodifica la palabra codificada para ser restaurada a los datos originales.

Ahora, se describirá una asignación de señales de referencia.

La FIG. 3 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia cuando se usan dos antenas de transmisión. En general, se puede lograr una transmisión de datos en la unidad de una subtrama para antenas de transmisión respectivas según un esquema de modulación OFDM. Por ejemplo, la subtrama mostrada en la FIG. 3 incluye siete símbolos OFDM donde un TTI es de 0,5 milisegundos (mseg.). No obstante, el presente concepto inventivo no está limitado al mismo y de esta manera la subtrama y el TTI se puede configurar de diversas formas.

Con referencia a la FIG. 3, las señales de referencia se asignan respectivamente para una subtrama de una primera antena y una subtrama de una segunda antena. D indica un símbolo de datos para transportar datos, R_1 indica una primera señal de referencia para la primera antena y R_2 indica una segunda señal de referencia para la segunda antena. La primera señal de referencia R_1 puede ser igual a o diferente de la segunda señal de referencia R_2 .

Cada uno de los elementos sobre una rejilla de recursos que constituye una subtrama se conoce como un elemento de recursos. Por ejemplo, un elemento de recursos $q(k,l)$ se coloca en un símbolo OFDM de orden k y una subportadora de orden l . El símbolo de datos D, la primera señal de referencia R_1 y la segunda señal de referencia R_2 se transportan en un elemento de recursos.

Con respecto a la subtrama de la primera antena, las señales de referencia se asignan sobre siete símbolos OFDM. Por claridad de descripción, en lo sucesivo, los siete símbolos OFDM se conocerán respectivamente como un primer símbolo OFDM, un segundo símbolo OFDM, ... y un séptimo símbolo OFDM desde el comienzo de un TTI.

En el primer símbolo OFDM, las primeras señales de referencia R_1 se pueden asignar en el intervalo de seis subportadoras. Del mismo modo, en el quinto símbolo OFDM, las segundas señales de referencia R_2 se pueden asignar en el intervalo de seis subportadoras. En el quinto símbolo OFDM, las segundas señales de referencia R_2 se

cambian cada una en el tamaño de tres subportadoras desde las posiciones donde se colocan las primeras señales de referencia R_1 en el primer símbolo OFDM. En la subtrama, un grupo de (R_1, D, D, D, D, D) se repite en el primer símbolo OFDM y un grupo de (D, D, D, R_2, D, D) se repite en el quinto símbolo OFDM.

5 Con respecto a la segunda antena, las señales de referencia se asignan en el mismo patrón que en la primera antena. En el primer símbolo OFDM, las primeras señales de referencia R_1 se asignan en el intervalo de seis subportadoras. En el quinto símbolo OFDM, las segundas señales de referencia negativas $-R_2$ se asignan en el intervalo de seis subportadoras. Las segundas señales de referencia negativas $-R_2$ se obtienen negando las segundas señales de referencia R_2 . En el quinto símbolo OFDM, las segundas señales de referencia negativas $-R_2$ se cambian cada una en el tamaño de tres subportadoras desde las posiciones donde se colocan las primeras
10 señales de referencia R_1 en el primer símbolo OFDM. Es decir, un grupo de (R_1, D, D, D, D, D) se repite en el primer símbolo OFDM y un grupo de $(D, D, D, -R_2, D, D)$ se repite en el quinto símbolo OFDM.

Dado que las señales de referencia se asignan en el mismo patrón tanto en la primera como segunda antenas, se puede usar un código ortogonal de manera que el receptor pueda distinguir las señales de referencia para las antenas de transmisión respectivas. El código ortogonal puede ser una secuencia CAZAC o una secuencia Walsh
15 que tienen una excelente autocorrelación o correlación cruzada.

La FIG. 4 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia cuando se usan cuatro antenas de transmisión. Las señales de referencia se asignan para cada subtrama para las antenas de transmisión respectivas. Aquí, N indica un símbolo nulo, R_1 indica una primera señal de referencia, R_2 indica una segunda señal de referencia
20 y D indica un símbolo de datos. El símbolo nulo se puede definir como un símbolo que no transporta datos. El símbolo nulo se puede generar cuando no se asignan datos a una subportadora o cuando la subportadora asignada con datos se perfora más tarde.

Con respecto a la primera antena, las señales de referencia se asignan en el intervalo de seis subportadoras. En otras palabras, las señales de referencia se colocan con cinco subportadoras entre las mismas. Las cinco subportadoras pueden incluir cuatro símbolos de datos D y un símbolo nulo. Por lo tanto, el primer símbolo OFDM se repite con un grupo de (R_1, D, D, N, D, D) . El símbolo nulo se sitúa en un elemento de recursos donde se colocan las
25 señales de referencia para la tercera y cuarta antenas a ser descritas más adelante. Las señales de referencia no se asignan en el segundo, tercer y cuarto símbolos OFDM. En su lugar, los símbolos de datos D se asignan dentro de los mismos. Se pueden asignar señales de referencia en intervalos de seis subportadoras en el quinto símbolo OFDM. Las señales de referencia en el quinto símbolo OFDM se cambian cada una en el tamaño de tres subportadoras desde las posiciones donde se colocan las señales de referencia en el primer símbolo OFDM. El sexto y séptimo símbolos OFDM se asignan con símbolos de datos en lugar de señales de referencia.

Con respecto a la segunda antena, las señales de referencia se asignan en el mismo patrón que las de la primera antena. Las señales de referencia para la primera y segunda antenas se asignan que se solapan entre sí en los mismos símbolos OFDM y subportadoras. El receptor puede usar un código ortogonal que tiene una excelente autocorrelación o correlación cruzada a fin de distinguir las señales de referencia para la primera antena de las
35 señales de referencia para la segunda antena. Usando la ortogonalidad de las señales de referencia R_1 y R_2 transmitidas a través de la primera antena y las señales de referencia R_1 y $-R_2$ transmitidas a través de la segunda antena, el receptor puede separar estas señales de referencia unas de otras.

Con respecto a la tercera antena, las señales de referencia se asignan como sigue. Las señales de referencia R_1 se asignan en el intervalo de seis subportadoras en el primer símbolo OFDM. Del mismo modo, las señales de referencia R_2 se asignan en el intervalo de seis subportadoras en el quinto símbolo OFDM. Las señales de referencia R_2 en el quinto símbolo OFDM se cambian cada una en el tamaño de tres subportadoras desde las posiciones donde se colocan las señales de referencia R_1 en el primer símbolo OFDM. Por lo tanto, un grupo de (N, D, D, R_1, D, D) se repite en el primer símbolo OFDM y un grupo de (R_2, D, D, N, D, D) se repite en el quinto símbolo
45 OFDM. Con respecto a la cuarta antena, las señales de referencia se asignan en el mismo patrón que las de la tercera antena. Se asignan señales de referencia en el intervalo de seis subportadoras en el primer y quinto símbolos OFDM. El receptor puede usar un código ortogonal a fin de distinguir las señales de referencia para la tercera antena de las señales de referencia para la cuarta antena.

Aunque se ejemplifica la asignación de señales de referencia mencionadas anteriormente, el presente concepto inventivo no está limitado a las mismas y de esta manera se pueden cambiar las señales de referencia en un intervalo específico en el eje de tiempo o en un intervalo específico en el eje de frecuencia. Es decir, para cada subtrama para las antenas de transmisión respectivas, las señales de referencia se pueden cambiar generalmente en un intervalo de tiempo específico y/o en un intervalo de frecuencia específico mientras que se mantiene el intervalo entre señales de referencia. Dado que las señales de referencia se pueden cambiar generalmente como se describió anteriormente sin tener que reasignar las señales de referencia, se puede lograr una estimación de canal
55 para múltiples celdas, múltiples sectores y múltiples usuarios.

Mientras tanto, se pueden usar (o no usar) parcial o enteramente señales de referencia para una antena específica según una variación de canal que varía con el tiempo en un múltiplo del número de subtramas.

En las descripciones mencionadas anteriormente, las señales de referencia se solapan unas con otras cuando se usan al menos dos antenas de transmisión. Las señales de referencia que se solapan mantienen su ortogonalidad en el dominio de código usando un código ortogonal.

5 La FIG. 5 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia. R indica una señal de referencia y un espacio en blanco de un elemento de recursos indica un símbolo de datos o un símbolo nulo.

Con referencia a la FIG. 5, se asigna una pluralidad de señales de referencia R en el intervalo de dos subportadoras en el tercer símbolo OFDM. Una pluralidad de señales de referencia R también se asigna en el intervalo de dos subportadoras en el séptimo símbolo OFDM que está separado en el tamaño de cuatro símbolos OFDM desde el tercer símbolo OFDM. Las señales de referencia R en el tercer y séptimo símbolos OFDM están escalonadas unas de otras. Una pluralidad de señales de referencia R se asigna en el intervalo de dos subportadoras en el undécimo símbolo OFDM que está separado en el tamaño de cuatro símbolos OFDM desde el séptimo símbolo OFDM.

15 Cada señal de referencia R puede ser una señal de referencia para una señal multiusuario. Aquí, la señal multiusuario puede ser una señal de difusión y/o una señal de multidifusión. La señal de difusión se envía a todos los usuarios dentro de un área específica (por ejemplo, celda y/o sector). La señal multidifusión se envía a un grupo específico de usuarios. Una señal unidifusión se envía a un usuario específico. Un ejemplo de la señal multiusuario puede ser una señal del servicio de difusión/multidifusión móvil (MBMS). Cuando se transmite la señal MBMS, la misma señal se transmite desde todas las celdas (o estaciones base). Por lo tanto, todas las estaciones base usan la misma señal de referencia.

20 Cuando se usa la señal MBMS, las señales de referencia R se pueden colocar con un intervalo estrecho entre las mismas para minimizar la selectividad de frecuencia debida a propagación de retardo. Además, las señales de referencia se disponen densamente en el eje de tiempo para minimizar la selectividad de tiempo.

Según alguna técnica MIMO tal como diversidad de retardo cíclico (CDD) y conformación de haz, un UE parece que recibe señales de referencia a través de una única antena de transmisión. Por lo tanto, una BS no necesita transmitir las señales de referencia clasificando las señales de referencia para cada una de las antenas de transmisión.

25 La FIG. 6 ilustra otro ejemplo de una asignación de señales de referencia.

Con referencia a la FIG. 6, las señales de referencia R se colocan con un intervalo relativamente más amplio del dominio de frecuencia entre las mismas que las de la FIG. 5. Haciéndolo así, es ventajoso cuando la selectividad de frecuencia es relativamente baja o cuando el ancho de banda de subportadora es relativamente pequeño. El ancho de banda de subportadora puede ser la mitad que el de la subportadora mostrada en la FIG. 5.

30 La FIG. 7 ilustra un ejemplo de asignación de señales de referencia para una señal multiusuario. En la presente memoria, R_1 es una señal de referencia para la primera antena. R_2 es una señal de referencia para la segunda antena.

35 Con referencia a la FIG. 7, las señales de referencia R_1 se asignan en el intervalo de dos subportadoras en el tercer símbolo OFDM. Es decir, las señales de referencia R_1 se colocan con una subportadora entre las mismas. Por lo tanto, un grupo de (R_1, N) se repite en el tercer símbolo OFDM, donde N indica un símbolo nulo. Las señales de referencia R_1 se asignan en el intervalo de dos subportadoras en el séptimo símbolo OFDM que está separado en el tamaño de cuatro símbolos OFDM desde el tercer símbolo OFDM. Las señales de referencia R_1 en el tercer y séptimo símbolos OFDM están escalonadas unas de otras.

40 Las señales de referencia R_2 se asignan alternativamente en el mismo símbolo OFDM con respecto a las señales de referencia R_1 . Es decir, una señal de referencia R_2 se coloca entre dos señales de referencia R_1 con el mismo intervalo en el dominio de frecuencia.

La FIG. 8 ilustra otro ejemplo de una asignación de señales de referencia para una señal multiusuario cuando se usan múltiples antenas.

45 Con referencia a la FIG. 8, las señales de referencia R_1 para la primera antena se asignan en el intervalo de cuatro subportadoras en el tercer símbolo OFDM. Es decir, las señales de referencia R_1 se colocan con tres subportadoras entre las mismas. Por lo tanto, un grupo de (R_1, D, N, D) se repite en el tercer símbolo OFDM donde un espacio en blanco de un elemento de recursos indica D y N. Las señales de referencia R_1 se asignan en el intervalo de cuatro subportadoras en el séptimo símbolo OFDM que está separado en el tamaño de cuatro símbolos OFDM desde el tercer símbolo OFDM. Las señales de referencia R_1 en el tercer y séptimo símbolos OFDM están escalonadas unas de otras.

50 Las señales de referencia R_2 para la segunda antena se disponen alternativamente con respecto a las señales de referencia R_1 en los mismos símbolos OFDM en el mismo intervalo que las señales de referencia R_1 . Es decir, una señal de referencia R_2 se coloca entre dos señales de referencia R_1 con el mismo intervalo en el dominio de frecuencia.

La FIG. 9 ilustra otro ejemplo de una asignación de señales de referencia para una señal multiusuario cuando se usan múltiples antenas.

5 Con referencia a la FIG. 9, las señales de referencia R_1 para la primera antena se asignan en el intervalo de dos subportadoras en el tercer símbolo OFDM. Es decir, las señales de referencia R_1 se colocan con una subportadora entre las mismas. Por lo tanto, un grupo de (R_1, N) se repite en el tercer símbolo OFDM. Las señales de referencia R_1 se asignan en el intervalo de dos subportadoras en el séptimo símbolo OFDM que está separado en el tamaño de cuatro símbolos OFDM desde el tercer símbolo OFDM. Las señales de referencia R_1 en el tercer y séptimo símbolos OFDM están escalonadas unas de otras en el dominio de frecuencia.

10 Las señales de referencia R_2 para la segunda antena se asignan en el mismo dominio de frecuencia que en el caso de las señales de referencia R_1 en los símbolos OFDM (por ejemplo, el cuarto símbolo OFDM, el octavo símbolo OFDM, etc.) que son adyacentes a los símbolos OFDM donde se asignan las señales de referencia R_1 . Es decir, las señales de frecuencia R_2 se asignan en el mismo intervalo que las señales de frecuencia R_1 .

La FIG. 10 ilustra otro ejemplo de una asignación de señales de referencia para una señal multiusuario cuando se usan múltiples antenas.

15 Con referencia a la FIG. 10, las señales de referencia R_1 para la primera antena se asignan en el intervalo de cuatro subportadoras en el tercer símbolo OFDM. Es decir, las señales de referencia R_1 se colocan con tres subportadoras entre las mismas. Por lo tanto, un grupo de (R_1, D, N, D) se repite en el tercer símbolo OFDM. Las señales de referencia R_1 se asignan en el intervalo de cuatro subportadoras en el séptimo símbolo OFDM que está separado en el tamaño de cuatro símbolos OFDM desde el tercer símbolo OFDM. Las señales de referencia R_1 en el tercer y séptimo símbolos OFDM están escalonadas unas de otras.

20 Las señales de referencia R_2 para la segunda antena se asignan en el mismo dominio de frecuencia que en el caso de las señales de referencia R_1 en los símbolos OFDM (por ejemplo, el cuarto símbolo OFDM, octavo símbolo OFDM, etc.) que son adyacentes a los símbolos OFDM donde se asignan las señales de referencia R_1 . Es decir, las señales de frecuencia R_2 se asignan en el mismo intervalo que las señales de frecuencia R_1 en el dominio de frecuencia.

La FIG. 11 ilustra otro ejemplo de una asignación de señales de referencia para una señal multiusuario cuando se usan múltiples antenas.

30 Con referencia a la FIG. 11, las señales de referencia R_1 para la primera antena se asignan en el intervalo de dos subportadoras en el tercer símbolo OFDM. Es decir, las señales de referencia R_1 se colocan con una subportadora entre las mismas. Por lo tanto, un grupo de (R_1, N) se repite en el tercer símbolo OFDM. Las señales de referencia R_1 se asignan en el intervalo de dos subportadoras en el séptimo símbolo OFDM que está separado en el tamaño de cuatro símbolos OFDM desde el tercer símbolo OFDM. Las señales de referencia R_1 en el tercer y séptimo símbolos OFDM están escalonadas unas de otras.

35 Las señales de referencia R_2 para la segunda antena solapan las señales de referencia R_1 en los mismos símbolos OFDM en el mismo dominio de frecuencia. Las señales de referencia R_1 y R_2 pueden mantener la ortogonalidad en el dominio de código usando el código ortogonal.

La FIG. 12 ilustra otro ejemplo de una asignación de señales de referencia para una señal multiusuario cuando se usan múltiples antenas.

40 Con referencia a la FIG. 12, las señales de referencia R_1 para la primera antena se asignan en el intervalo de cuatro subportadoras en el tercer símbolo OFDM. Es decir, las señales de referencia R_1 se colocan con tres subportadoras entre las mismas. Por lo tanto, un grupo de (R_1, D, N, D) se repite en el tercer símbolo OFDM. Las señales de referencia R_1 se asignan en el intervalo de cuatro subportadoras en el séptimo símbolo OFDM que está separado en el tamaño de cuatro símbolos OFDM desde el tercer símbolo OFDM. Las señales de referencia R_1 en el tercer y séptimo símbolos OFDM están escalonadas unas de otras.

45 Las señales de referencia R_2 para la segunda antena solapan las señales de referencia R_1 en los mismos símbolos OFDM en el mismo dominio de frecuencia. Las señales de referencia R_1 y R_2 pueden mantener la ortogonalidad en el dominio de código usando el código ortogonal.

La FIG. 13 ilustra otro ejemplo de una asignación de señales de referencia para una señal multiusuario cuando se usan múltiples antenas.

50 Con referencia a la FIG. 13, las señales de referencia R_1 para la primera antena se asignan en el intervalo de tres subportadoras en el tercer símbolo OFDM. Las señales de referencia R_2 para la segunda antena son adyacentes a las señales de referencia R_1 y se asignan en el mismo intervalo que las señales de referencia R_1 . Por lo tanto, un grupo de (R_1, R_2, D) se repite en el tercer símbolo OFDM.

Ambas de las señales de referencia R_1 y R_2 se asignan en símbolos OFDM que están separados en el tamaño de

tres símbolos OFDM comenzando desde el tercer símbolo OFDM.

La FIG. 14 ilustra otro ejemplo de una asignación de señales de referencia para una señal multiusuario cuando se usan múltiples antenas. En todas las FIG. 14 a 19, R indica una señal de referencia para una señal multiusuario y T indica una señal de referencia para una señal de usuario dedicada. Es decir, en lo sucesivo, se ejemplificarán dos señales de referencia heterogéneas.

Con referencia a la FIG. 14, las señales de referencia T_1 para la primera antena y las señales de referencia T_2 para la segunda antena se asignan en el primer símbolo OFDM. Además, las señales de referencia T_1 y T_2 también se asignan en el cuarto símbolo OFDM. Las señales de referencia R_1 para la primera antena y las señales de referencia R_2 para la segunda antena se asignan en símbolos OFDM que están separados en el tamaño de cuatro símbolos OFDM desde el tercer símbolo OFDM.

La FIG. 15 ilustra otro ejemplo de una asignación de señales de referencia para una señal multiusuario cuando se usan múltiples antenas.

Con referencia a la FIG. 15, las señales de referencia R_1 para la primera antena y las señales de referencia R_2 para la segunda antena se asignan en un intervalo más ancho que las del ejemplo de la FIG. 14.

La FIG. 16 ilustra otro ejemplo de una asignación de señales de referencia para una señal multiusuario cuando se usan múltiples antenas.

En comparación con el ejemplo de la FIG. 4, con referencia a la FIG. 16, las señales de referencia R_1 para la primera antena y las señales de referencia R_2 para la segunda antena se asignan respectivamente en el intervalo de tres subportadoras en el tercer símbolo OFDM. Las señales de referencia R_2 son adyacentes a las señales de referencia R_1 y se asignan en el mismo intervalo que las señales de referencia R_1 .

La FIG. 17 ilustra otro ejemplo de una asignación de señales de referencia para una señal multiusuario cuando se usan múltiples antenas.

En comparación con el ejemplo de la FIG. 14, con referencia a la FIG. 17, las señales de referencia T_1 para la primera antena y las señales de referencia T_2 para la segunda antena se asignan solamente en el primer OFDM.

La FIG. 18 ilustra otro ejemplo de una asignación de señales de referencia para una señal multiusuario cuando se usan múltiples antenas.

Con referencia a la FIG. 18, las señales de referencia R_1 para la primera antena y las señales de referencia R_2 para la segunda antena se asignan en un intervalo más ancho que las del ejemplo de la FIG. 17.

La FIG. 19 ilustra otro ejemplo de una asignación de señales de referencia para una señal multiusuario cuando se usan múltiples antenas.

En comparación con el ejemplo de la FIG. 16, con referencia a la FIG. 19, las señales de referencia T_1 para la primera antena y las señales de referencia T_2 para la segunda antena se asignan solamente en el primer OFDM.

En las realizaciones de las FIG. 14 a 19, se pueden transmitir señales de referencia para multiusuarios a través de una única antena de transmisión. Dado que un UE parece recibir señales de referencia a través de una única antena de transmisión en CDD o conformación de haz, una BS no necesita transmitir las señales de referencia después de clasificar las señales de referencia para cada una de las antenas de transmisión.

En lo sucesivo, se describirán diversos ejemplos de una asignación de señales de referencia para un sistema MIMO que tiene cuatro antenas de transmisión. Las señales de referencia se asignarán según los siguientes principios.

(1) Las señales de referencia R_1 para la primera antena descritas en el ejemplo de la FIG. 3 permanecen en sus posiciones también en el sistema MIMO que tiene cuatro antenas de transmisión.

(2) Entre la totalidad de señales usadas, el porcentaje ocupado por las señales de referencia enteras está por debajo de un valor predeterminado. Cuando el porcentaje de las señales de referencia enteras aumenta, el receptor puede realizar una estimación de canal relativamente precisa recibiendo una pluralidad de señales de referencia. No obstante, cuanto mayor es el porcentaje, menor es la tasa de datos. Se supondrá que el porcentaje está por debajo de alrededor del 15 por ciento o del 20 por ciento. En este caso, si las señales de referencia se asignan eficazmente, se puede minimizar la degradación del rendimiento de la estimación de canal.

(3) Las señales de referencia para cada antena de transmisión no se solapan entre sí. Es decir, las señales de referencia para cada antena de transmisión no se solapan entre sí tanto en el dominio de tiempo como en el dominio de frecuencia.

La FIG. 20 ilustra otro ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención. T_1 es una señal de referencia para la primera antena, T_2 es una señal de referencia para la segunda

antena, T_3 es una señal de referencia para la tercera antena y T_4 es una señal de referencia para la cuarta antena. Un elemento de recursos en blanco puede ser un símbolo de datos o un símbolo nulo.

5 Con referencia a la FIG. 20, una subtrama comprende catorce símbolos OFDM. No obstante, este es solamente un ejemplo y de esta manera el número de símbolos OFDM que constituye una subtrama puede variar. Aunque se ilustra por comodidad una subtrama, las señales de referencia para cada antena se asignan para cada subtrama para las respectivas antenas. Es decir, las señales de referencia T_1 se asignan en la subtrama para la primera antena. Las señales de referencia T_2 se asignan en la subtrama para la segunda antena. Las señales de referencia T_3 se asignan en la subtrama para la tercera antena. Las señales de referencia T_4 se asignan en la subtrama para la cuarta antena. Por claridad de descripción, se supondrá que se definen catorce símbolos OFDM como un primer símbolo OFDM, un segundo símbolo OFDM, ... y un decimocuarto símbolo OFDM desde un comienzo de un TTI.

10 Las señales de referencia T_1 se asignan en el intervalo de seis subportadoras en el primer y octavo símbolos OFDM. Además, las señales de referencia T_1 también se asignan en el intervalo de seis subportadoras en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM. Las señales de referencia T_1 asignadas en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM se cambian cada una en el tamaño de tres subportadoras desde las asignadas en el primer y octavo símbolos OFDM.

15 Las señales de referencia T_2 se asignan en el intervalo de seis subportadoras en el primer, quinto, octavo y decimosegundo símbolos OFDM. Las señales de referencia T_2 en el primer y quinto símbolos OFDM se cambian cada una en el tamaño de tres subportadoras desde las posiciones donde se colocan las señales de referencia T_1 . Las señales de referencia T_2 en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM se colocan cada una en las mismas posiciones que las señales de referencia T_1 .

20 Las señales de referencia T_3 se asignan en el intervalo de 12 subportadoras en el primer, quinto, octavo y decimosegundo símbolos OFDM. Las señales de referencia T_3 en el primer símbolo OFDM se cambian cada una en el tamaño de una subportadora desde las posiciones donde se colocan las señales de referencia T_1 . Las señales de referencia T_3 en el quinto, octavo y decimosegundo símbolos OFDM se asignan en el intervalo de doce subportadoras y se cambian en el tamaño de una subportadora donde se colocan las señales de referencia de otras antenas.

25 Las señales de referencia T_4 se asignan en el intervalo de doce subportadoras en el primer, quinto, octavo y decimosegundo símbolos OFDM. Las señales de referencia T_4 se cambian cada una en una subportadora desde las posiciones donde se colocan las señales de referencia T_3 .

30 Las señales de referencia T_1 y T_2 se asignan más densamente que las señales de referencia T_3 y T_4 de manera que la primera y segunda antenas que se usan más frecuentemente que otras antenas pueden tener mejor rendimiento de estimación de canal.

35 En general, se transportan más señales de control en los símbolos OFDM situados anteriores al tercer símbolo OFDM. Las señales de referencia T_1 a T_4 se asignan de manera que un grupo de ($T_1, T_3, T_4, T_2, D, D, T_1, D, D, T_2, D, D$) se repite en el primer símbolo OFDM y un grupo de ($T_2, D, D, T_1, D, D, T_2, T_3, T_4, T_1, D, D$) se repite en el quinto símbolo OFDM. Un grupo de ($T_1, D, D, T_2, T_3, T_4, T_1, D, D, T_2, D, D$) se repite en el octavo símbolo OFDM y un grupo de ($T_2, D, D, T_1, D, D, T_2, D, D, T_1, T_3, T_4, T_2$) se repite en el decimosegundo símbolo OFDM. Los símbolos de datos D se pueden asignar donde no se colocan estas señales de referencia. En este caso, el porcentaje ocupado por los símbolos de datos D es de alrededor del 86 por ciento.

40 El porcentaje ocupado por los símbolos de datos en una subtrama puede ser diferente según las características del sistema. En lo sucesivo, ilustramos ejemplarmente 14 símbolos OFDM por TTI pero no está limitado. Un TTI puede incluir 12 o más símbolos OFDM.

45 El patrón de asignación de señales de referencia representado se muestra en posiciones relativamente y de esta manera este no indica posiciones absolutas. El patrón de señal de referencia se puede cambiar en el dominio de tiempo y/o en el dominio de frecuencia mientras que las señales de referencia se mantienen en cada intervalo.

En una subtrama, un símbolo nulo se puede asignar a un elemento de recursos donde se colocan señales de referencia de otras antenas. Por ejemplo, en la subtrama para la primera antena, el símbolo nulo se puede asignar a un elemento de recursos donde se colocan señales de referencia para la segunda a cuarta antenas.

50 Al menos una de las señales de referencia para las antenas respectivas puede ser una señal de referencia para una señal multiusuario. En una subtrama, la señal de referencia para una señal multiusuario puede no estar asignada en símbolos OFDM incluyendo una señal de control dedicada sino estar asignada en el resto de símbolos OFDM. Por ejemplo, si el primer y segundo símbolos OFDM incluyen las señales de control dedicadas, las señales de referencia para la señal multiusuario se pueden asignar comenzando desde el tercer símbolo OFDM.

55 La FIG. 21 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Con referencia a la FIG. 21, las señales de referencia T_1 y T_3 se asignan secuencialmente en el primer símbolo OFDM junto con un símbolo de datos. Un elemento de recursos en blanco puede ser un símbolo de datos o un símbolo nulo. Las señales de referencia T_2 y T_4 se asignan secuencialmente, siguiendo el símbolo de datos D. Por consiguiente, se puede repetir un grupo de $(T_1, T_3, D, T_2, T_4, D)$.

- 5 En el quinto símbolo OFDM, la señal de referencia T_2 se coloca seguida por dos símbolos de datos D y la señal de referencia T_1 . Dos símbolos de datos D se colocan de nuevo, seguidos por la señal de referencia T_2 . Por consiguiente, se puede repetir un grupo de (T_2, D, D, T_1, D, D) .

10 El octavo símbolo OFDM puede tener el patrón similar al primer símbolo OFDM y de esta manera se puede repetir un grupo de $(T_1, T_4, D, T_2, T_3, D)$. El decimosegundo símbolo OFDM puede tener el mismo patrón que el quinto símbolo OFDM.

El porcentaje ocupado de los símbolos de datos D es de alrededor del 86%. Por lo tanto, el porcentaje ocupado por las señales de referencia es de alrededor del 14%. Por consiguiente, las señales de referencia no se solapan entre sí para las antenas de transmisión respectivas y de esta manera el receptor puede estimar los canales respectivos.

15 La FIG. 22 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Con referencia a la FIG. 22, en el primer símbolo OFDM, se asignan cada una de la primera, tercera y cuarta señales de referencia T_1, T_3, T_4 y T_2 . Un elemento de recursos en blanco puede ser un símbolo de datos o un símbolo nulo. Entonces, se colocan dos símbolos de datos D, seguidos por otra señal de referencia T_1 . Se colocan de nuevo dos símbolos de datos, seguidos por otra señal de referencia T_2 . Entonces, se colocan dos símbolos de datos, seguidos por las señales de referencia T_1, T_3, T_4 y T_2 , en ese orden. Por consiguiente, un grupo de $(T_1, T_3, T_4, T_2, D, D, T_1, D, D, T_2, D, D)$ se puede repetir en el primer símbolo OFDM.

20

En el quinto símbolo OFDM, se coloca la señal de referencia T_2 , seguida por dos símbolos de datos y la señal de referencia T_1 . Entonces, se colocan dos símbolos de datos, seguidos por las señales de referencia T_2, T_3, T_4 y T_1 , en ese orden. Entonces, se colocan de nuevo dos símbolos de datos y esta disposición se puede repetir. Por consiguiente, un grupo de $(T_2, D, D, T_1, D, D, T_2, T_3, T_4, T_1, D, D)$ se puede repetir en el quinto símbolo OFDM.

25

El octavo símbolo OFDM tiene la misma asignación de señales de referencia que el primer símbolo OFDM. El decimosegundo símbolo OFDM tiene la misma asignación de señales de referencia que el quinto símbolo OFDM.

Los símbolos de datos ocupan alrededor del 85% del área entera. De esta manera, las señales de referencia ocupan alrededor del 15%. Por consiguiente, el receptor puede estimar canales usando las señales de referencia transmitidas desde las antenas de transmisión respectivas.

30

La FIG. 23 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de $(D, T_1, T_3, T_4, T_2, D)$ se repite en el primer símbolo OFDM. Un grupo de $(T_4, T_1, D, D, T_2, T_3)$ se repite en el octavo símbolo OFDM. Un grupo de (D, T_2, D, D, T_1, D) se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM.

35 La FIG. 24 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de (D, T_1, D, D, T_2, D) se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de $(D, T_2, T_3, T_4, T_1, D)$ se repite en el quinto símbolo OFDM. Un grupo de $(T_4, T_2, D, D, T_1, T_3)$ se repite en el decimosegundo símbolo OFDM.

40 La FIG. 25 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de $(D, T_1, T_3, T_4, T_2, D)$ se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de $(T_4, T_2, D, D, T_1, T_3)$ se repite en el quinto y decimosegundo símbolo OFDM.

La FIG. 26 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

45 Un grupo de $(T_1, T_3, D, T_2, T_4, D)$ se repite en el primer y octavo símbolo OFDM. Un grupo de $(T_2, T_4, D, T_1, T_3, D)$ se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM.

La FIG. 27 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

50 Un grupo de (T_1, D, D, T_2, D, D) se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de (T_3, D, D, T_4, D, D) se repite en el segundo y noveno símbolos OFDM. Un grupo de (T_2, D, D, T_1, D, D) se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM. Un grupo de (T_4, D, D, T_3, D, D) se repite en el sexto y decimotercer símbolos

OFDM.

La FIG. 28 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

5 Un grupo de $(T_1, D, T_3, T_2, D, T_4)$ se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de $(T_2, D, T_4, T_1, D, T_3)$ se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM.

La FIG. 29 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de (T_1, D, D, T_2, D, D) se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de (T_3, D, D, T_4, D, D) se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM.

10 La FIG. 30 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de $(T_1, D, D, T_2, D, D, T_3, D, D, T_4, D, D)$ se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de $(T_3, D, D, T_4, D, D, T_1, D, D, T_2, D, D)$ se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM.

15 La FIG. 31 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de $(T_1, T_3, D, T_2, D, D, T_1, T_4, D, T_2, D, D)$ se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de $(T_2, T_4, D, T_1, D, D, T_2, T_3, D, T_1, D, D)$ se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM.

La FIG. 32 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

20 Un grupo de (T_1, D, D, T_2, D, D) se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de $(T_3, D, D, D, D, D, T_4, D, D, D, D, D)$ se repite en el segundo y noveno símbolos OFDM.

Un grupo de (T_2, D, D, T_1, D, D) se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM. Un grupo de $(T_4, D, D, D, D, D, T_3, D, D, D, D, D)$ se repite en el sexto y decimotercer símbolos OFDM.

25 La FIG. 33 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de (T_1, D, D, T_2, D, D) se repite en el primer símbolo OFDM. Un grupo de (T_2, D, D, T_1, D, D) se repite en el octavo símbolo OFDM. Un grupo de (T_3, D, D, T_4, D, D) se repite en el quinto símbolo OFDM. Un grupo de (T_4, D, D, T_3, D, D) se repite en el decimosegundo símbolo OFDM.

30 La FIG. 34 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de $(T_1, D, D, T_3, D, D, T_2, D, D, T_4, D, D)$ se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de $(T_2, D, D, T_4, D, D, T_1, D, D, T_3, D, D)$ se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM.

La FIG. 35 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

35 Un grupo de $(T_1, D, T_3, T_2, D, D, T_1, D, T_4, T_2, D, D)$ se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de $(T_2, D, T_4, T_1, D, D, T_2, D, T_3, T_1, D, D)$ se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM.

La FIG. 36 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

40 Un grupo de $(T_1/T_3, D, D, T_2/T_4, D, D)$ se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de $(T_2/T_4, D, D, T_1/T_3, D, D)$ se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM. Aquí, las señales de referencia T_1 y T_3 se asignan en la misma subportadora en el mismo dominio de tiempo. Las señales de referencia T_1 y T_3 mantienen su ortogonalidad usando un código ortogonal que tiene las características de autocorrelación y correlación cruzada. Esto también se puede aplicar a las señales de referencia T_2/T_4 .

45 La FIG. 37 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de $(T_1, T_3/T_4, D, T_2, D, D)$ se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de $(T_2, D, D, T_1, T_3/T_4, D)$ se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM. Aquí, las señales de referencia T_3 y T_4 se asignan en la misma subportadora en el mismo dominio de tiempo y mantienen su ortogonalidad usando un código ortogonal que

tiene las características de autocorrelación y correlación cruzada.

La FIG. 38 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

5 Un grupo de (T_1, D, D, T_2, D, D) se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de $(T_3/T_4, D, D, D, D, D)$ se repite en el segundo y noveno símbolos OFDM. Un grupo de (T_2, D, D, T_1, D, D) se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM. Un grupo de $(D, D, D, T_3/T_4, D, D)$ se repite en el sexto y decimotercer símbolos OFDM.

La FIG. 39 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

10 Un grupo de $(D, T_1, D, T_3/T_4, T_2, D)$ se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de $(T_3/T_4, T_2, D, D, T_1, D)$ se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM.

La FIG. 40 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

15 Un grupo de $(T_1, T_3, D, T_2, T_4, D)$ se repite en el primer símbolo OFDM. Un grupo de $(T_1, T_4, D, T_2, T_3, D)$ se repite en el octavo símbolo OFDM. Un grupo de (T_2, D, D, T_1, D, D) se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM.

La FIG. 41 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de $(T_4, T_1, D, T_3, T_2, D)$ se repite en el primer símbolo OFDM. Un grupo de $(T_3, T_1, D, T_4, T_2, D)$ se repite en el octavo símbolo OFDM. Un grupo de (D, T_2, D, D, T_1, D) se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM.

20 La FIG. 42 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de (T_1, T_3, D, T_2, D, D) se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de (T_2, T_4, D, T_1, D, D) se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM.

25 La FIG. 43 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de $(T_1, T_3, T_4, T_2, D, D)$ se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de (T_2, D, D, T_1, D, D) se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM.

La FIG. 44 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

30 Un grupo de (T_1, D, D, T_2, D, D) se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de $(T_2, T_3, D, T_1, T_4, D)$ se repite en el quinto símbolo OFDM. Un grupo de $(T_2, T_4, D, T_1, T_3, D)$ se repite en el decimosegundo símbolo OFDM.

La FIG. 45 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

35 Un grupo de (D, T_1, D, D, T_2, D) se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de $(T_4, T_2, D, T_3, T_1, D)$ se repite en el quinto símbolo OFDM. Un grupo de $(T_3, T_2, D, T_4, T_1, D)$ se repite en el decimosegundo símbolo OFDM.

La FIG. 46 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de (T_1, D, T_3, T_2, D, D) se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de (T_2, D, T_4, T_1, D, D) se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM.

40 La FIG. 47 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de (T_1, D, D, T_2, D, D) se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de $(T_2, T_3, T_4, T_1, D, D)$ se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM.

45 La FIG. 48 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de $(T_1, T_3, D, T_2, T_4, D)$ se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de (T_2, D, D, T_1, D, D) se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM.

La FIG. 49 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de (T_1, D, D, T_2, D, D) se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de $(T_2, T_3, D, T_1, T_4, D)$ se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM.

5 La FIG. 50 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de (T_1, D, D, T_2, D, D) se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de (T_3, D, D, T_4, D, D) se repite en el segundo y noveno símbolos OFDM. Un grupo de (T_2, D, D, T_1, D, D) se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM.

10 La FIG. 51 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de (T_1, D, D, T_2, D, D) se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de (T_2, D, D, T_1, D, D) se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM. Un grupo de (T_3, D, D, T_4, D, D) se repite en el segundo símbolo OFDM. Un grupo de (T_4, D, D, T_3, D, D) se repite en el noveno símbolo OFDM.

15 En el primer, quinto y decimosegundo símbolos OFDM, las señales de referencia T_1 y T_2 están escalonadas unas de otras para cada antena en el dominio de frecuencia. En el segundo y noveno símbolos OFDM, las señales de referencia T_3 y T_4 están escalonadas unas de otras para cada antena en el dominio de frecuencia. Por consiguiente, se puede asegurar selectividad en el dominio de frecuencia.

20 Las señales de referencia T_1 y T_2 se asignan en el primer símbolo OFDM. Las señales de referencia T_3 y T_4 se asignan en el segundo símbolo OFDM adyacente al primer símbolo OFDM. Cuando se asignan señales de referencia para múltiples antenas sobre dos símbolos OFDM consecutivos, cuanto menor es la categoría, mayor es la efectividad. Por ejemplo, si la categoría es uno en algunas técnicas MIMO, se transmiten los mismos datos a través de cuatro antenas. En este caso, se puede lograr más eficazmente una estimación de canal cuando las señales de referencia se asignan en los dos símbolos OFDM consecutivos.

25 Por otra parte, se transmiten señales de referencia para al menos dos antenas a través del mismo dominio de frecuencia en los dos símbolos OFDM consecutivos. Por lo tanto, se puede lograr una estimación de canal menos erróneamente que en el caso donde las señales de referencia se escalonan excesivamente cuando las señales de referencia se concentran en el dominio de frecuencia y el dominio de tiempo.

30 Solamente una parte de las señales de referencia para todas las antenas se asignan en un símbolo OFDM. Por ejemplo, entre señales de referencia para cuatro antenas, solamente se pueden asignar señales de referencia para dos antenas. De esta manera, se puede elevar más aún la potencia para cada antena, donde la potencia se asigna a las señales de referencia. Según aumenta la potencia de las señales de referencia, se puede llevar a cabo más eficazmente una estimación de canal por el receptor.

35 En algunos receptores, se decodifican los primeros de algunos símbolos OFDM (por ejemplo, tres símbolos OFDM). Si el resultado de la decodificación no coincide con los datos almacenados en el receptor, los símbolos OFDM transmitidos a partir de entonces no se almacenan temporalmente. Esto se conoce como un modo de micro reposo. En este caso, los primeros de algunos símbolos OFDM tienen que incluir señales de referencia para todas las antenas. El modo de micro reposo también se puede implementar cuando las señales de referencia para todas las antenas se asignan en el primer y segundo símbolos OFDM.

40 La FIG. 52 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de $(T_1, D, T_3, T_2, D, T_4)$ se asigna en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de (T_2, D, D, T_1, D, D) se asigna en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM.

45 La FIG. 53 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de (T_1, D, D, T_2, D, D) se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de $(T_2, D, T_3, T_1, D, T_4)$ se asigna en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM.

La FIG. 54 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

50 Un grupo de (T_1, D, D, T_2, D, D) se asigna en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de (T_2, D, D, T_1, D, D) se asigna en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM. Un grupo de (T_3, D, D, T_4, D, D) se repite en el sexto y decimotercer símbolos OFDM.

La FIG. 55 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

5 Un grupo de (T_1, D, D, T_2, D, D) se asigna en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de (T_2, D, D, T_1, D, D) se asigna en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM. Un grupo de (T_3, D, D, T_4, D, D) se asigna en el sexto símbolo OFDM. Un grupo de (T_4, D, D, T_3, D, D) se asigna en el decimotercer símbolo OFDM.

La FIG. 56 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

10 Un grupo de (T_1, D, D, T_2, D, D) se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de (T_2, D, D, T_1, D, D) se asigna en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM. Un grupo de $(T_3/T_4, D, D)$ se asigna en el segundo y noveno símbolos OFDM.

La FIG. 57 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de $(T_1, T_3/T_4, D, T_2, T_3/T_4, D)$ se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de (T_2, D, D, T_1, D, D) se asigna en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM.

15 La FIG. 58 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de $(T_1, T_3/T_4, D, T_2, D, D)$ se asigna en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de $(T_2, T_3/T_4, D, T_1, D, D)$ se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM.

20 La FIG. 59 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de (T_1, D, D, T_2, D, D) se asigna en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de (T_2, D, D, T_1, D, D) se asigna en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM. Un grupo de $(T_3/T_4, D, D, D, D, D)$ se asigna en el segundo, sexto, noveno y decimotercer símbolos OFDM.

25 La FIG. 60 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de (T_1, D, D, T_2, D, D) se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de (T_2, D, D, T_1, D, D) se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM. Un grupo de $(T_3/T_4, D, D)$ se repite en el sexto y decimotercer símbolos OFDM.

30 La FIG. 61 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de $(T_1, D, T_3/T_4, T_2, D, T_3/T_4)$ se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de (T_2, D, D, T_1, D, D) se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM.

La FIG. 62 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

35 Un grupo de $(T_1, D, T_3/T_4, T_2, D, D)$ se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de $(T_2, D, T_3/T_4, T_1, D, D)$ se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM.

La FIG. 63 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

40 Un grupo de (T_1, D, D, T_2, D, D) se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de (T_2, D, D, T_1, D, D) se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM. Un grupo de (T_3, D, D, T_4, D, D) se repite en el tercer y décimo símbolos OFDM. Un grupo de (T_4, D, D, T_3, D, D) se repite en el séptimo símbolo OFDM y decimocuarto símbolo OFDM.

La FIG. 64 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

45 Un grupo de (T_1, D, D, T_2, D, D) se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de (T_2, D, D, T_1, D, D) se asigna en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM. Un grupo de (T_3, D, D, T_4, D, D) se repite en el tercer símbolo OFDM. Un grupo de (T_4, D, D, T_3, D, D) se repite en el décimo símbolo OFDM.

La FIG. 65 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de (D, T₁, D, D, D, D) se repite en el primer símbolo OFDM. Un grupo de (T₄, T₁, D, D, T₂, T₃) se repite en el octavo símbolo OFDM. Un grupo de (D, T₂, D, D, T₁, D) se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM.

5 Cuando se aplica un modo de micro reposo en el que se asigna una señal de control en un símbolo OFDM colocado en una secuencia de tiempo inicial en el eje de tiempo, la señal de control se puede transmitir a través de una o dos antenas. Si la señal de control se transmite a través de la primera antena, las señales de referencia para las primeras antenas se pueden asignar en el primer símbolo OFDM.

La FIG. 66 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

10 Un grupo de (T₁, D, D, D, D, D) se repite en el primer símbolo OFDM. Un grupo de (T₂, D, D, T₁, D, D, T₂, T₃, T₄, T₁, D, D) se repite en el quinto símbolo OFDM. Un grupo de (T₁, D, D, T₂, T₃, T₄, T₁, D, D, T₂, D, D) se repite en el octavo símbolo OFDM. Un grupo de (T₂, D, D, T₁, D, D, T₂, D, D, T₁, T₃, T₄) se repite en el decimosegundo símbolo OFDM.

15 Si la señal de control se transmite a través de la primera antena en el modo de micro reposo, las señales de referencia para la primera antena se asignan en símbolos OFDM colocados en la secuencia de tiempo inicial en el eje de tiempo. Por ejemplo, si la señal de control se transmite a través de la primera antena, las señales de referencia para las primeras antenas se pueden asignar en el primer símbolo OFDM.

La FIG. 67 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

20 Un grupo de (D, T₁, D, D, T₂, D) se asigna en el primer símbolo OFDM. Un grupo de (T₄, T₁, D, D, T₂, T₃) se asigna en el octavo símbolo OFDM. Un grupo de (D, T₂, D, D, T₁, D) se asigna en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM. Si la señal de control se transmite a través de la primera y segunda antenas en el modo de micro reposo, las señales de referencia para la primera y segunda antenas se asignan en símbolos OFDM colocados en la secuencia de tiempo inicial en el eje de tiempo.

25 La FIG. 68 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

30 Si la señal de control se transmite a través de dos antenas en el modo de micro reposo, las señales de referencia se asignan como sigue. Un grupo de (T₁, D, D, T₂, D, D) se repite en el primer símbolo OFDM. Un grupo de (T₂, D, D, T₁, D, D, T₂, T₃, T₄, T₁, D, D) se asigna en el quinto símbolo OFDM. Un grupo de (T₁, D, D, T₂, T₃, T₄, T₁, D, D, T₂, D, D) se asigna en el octavo símbolo OFDM. Un grupo de (T₂, D, D, T₁, D, D, T₂, D, D, T₁, T₃, T₄) se asigna en el decimosegundo símbolo OFDM. Si la señal de control se transmite a través de la primera y segunda antenas en el modo de micro reposo, las señales de referencia para la primera y segunda antenas se asignan en símbolos OFDM colocados en la secuencia de tiempo inicial en el eje de tiempo.

La FIG. 69 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

35 Un grupo de (T₁, D, D, T₂, D, D) se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de (T₂, D, D, T₁, D, D) se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM. Un grupo de (T₃, D, D, T₄, D, D) se repite en el cuarto símbolo OFDM. Un grupo de (T₄, D, D, T₃, D, D) se repite en el noveno símbolo OFDM.

40 Una subtrama se puede dividir en dos regiones, un canal de control y un canal de datos. El canal de control es la región que transporta los datos de control. El canal de datos es la región que transporta los datos de usuario. Por ejemplo, un primer símbolo OFDM, un segundo símbolo OFDM y un tercer símbolo OFDM se pueden asignar para el canal de control y los otros símbolos OFDM se pueden asignar para el canal de datos. Aunque el número de símbolos OFDM para el canal de control es menor que el de los símbolos OFDM para el canal de control, la fiabilidad del canal de control tiene que ser mayor que la del canal de datos. Solamente se puede asignar una parte de múltiples antenas para transmitir el canal de control. Una primera antena y una segunda antena se pueden usar para el canal de control. En este caso, las señales de referencia para una tercera antena y las señales de referencia para una cuarta antena pueden no ser asignadas para los símbolos OFDM para el canal de control debido a que la tercera antena y la cuarta antena no se usan para el canal de control.

La FIG. 70 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

50 Un grupo de (T₁, D, D, T₂, D, D) se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de (T₂, D, D, T₁, D, D) se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM. Un grupo de (T₃, D, D, T₄, D, D) se repite en el sexto símbolo OFDM. Un grupo de (T₄, D, D, T₃, D, D) se repite en el noveno símbolo OFDM.

En el canal, las señales de referencia para una tercera antena y las señales de referencia para una cuarta antena están cerca de las señales de referencia para una primera antena y las señales de referencia para una segunda

antena para mejorar la precisión de la estimación de canal.

La FIG. 71 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

5 Un grupo de (T_1, D, D, T_2, D, D) se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de (T_2, D, D, T_1, D, D) se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM. Un grupo de (T_3, D, D, T_4, D, D) se repite en el cuarto símbolo OFDM. Un grupo de (T_4, D, D, T_3, D, D) se repite en el undécimo símbolo OFDM.

En subtramas consecutivas, se puede mantener constantemente el intervalo para señales de referencia para una tercera antena y una cuarta antena.

10 La FIG. 72 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de (T_1, D, D, T_2, D, D) se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de (T_2, D, D, T_1, D, D) se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM. Un grupo de (T_3, D, D, T_4, D, D) se repite en el sexto símbolo OFDM. Un grupo de (T_4, D, D, T_3, D, D) se repite en el décimo símbolo OFDM.

15 La FIG. 73 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de (T_1, D, D, T_2, D, D) se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de (T_2, D, D, T_1, D, D) se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM. Un grupo de (T_3, D, D, T_4, D, D) se repite en el cuarto símbolo OFDM. Un grupo de (T_4, D, D, T_3, D, D) se repite en el décimo símbolo OFDM.

20 La FIG. 74 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de (T_1, D, D, T_2, D, D) se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de (T_2, D, D, T_1, D, D) se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM. Un grupo de (T_3, D, D, T_4, D, D) se repite en el sexto símbolo OFDM. Un grupo de (T_4, D, D, T_3, D, D) se repite en el undécimo símbolo OFDM.

25 La FIG. 75 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de (T_1, D, D, T_2, D, D) se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de (T_2, D, D, T_1, D, D) se repite en el quinto y decimosegundo símbolos OFDM. Un grupo de (T_3, D, D, T_4, D, D) se repite en el sexto símbolo OFDM. Un grupo de (T_4, D, D, T_3, D, D) se repite en el decimotercer símbolo OFDM.

30 La FIG. 76 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de (T_1, D, D, T_2, D, D) se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de (T_2, D, D, T_1, D, D) se repite en el cuarto y decimosegundo símbolos OFDM. Un grupo de (T_3, D, D, T_4, D, D) se repite en el tercer símbolo OFDM. Un grupo de (T_4, D, D, T_3, D, D) se repite en el noveno símbolo OFDM.

35 La FIG. 77 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de (T_1, D, D, T_2, D, D) se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de (T_2, D, D, T_1, D, D) se repite en el cuarto y decimosegundo símbolos OFDM. Un grupo de (T_3, D, D, T_4, D, D) se repite en el quinto símbolo OFDM. Un grupo de (T_4, D, D, T_3, D, D) se repite en el noveno símbolo OFDM.

40 La FIG. 78 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de (T_1, D, D, T_2, D, D) se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de (T_2, D, D, T_1, D, D) se repite en el cuarto y decimosegundo símbolos OFDM. Un grupo de (T_3, D, D, T_4, D, D) se repite en el tercer símbolo OFDM. Un grupo de (T_4, D, D, T_3, D, D) se repite en el undécimo símbolo OFDM.

45 La FIG. 79 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de (T_1, D, D, T_2, D, D) se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de (T_2, D, D, T_1, D, D) se repite en el cuarto y decimosegundo símbolos OFDM. Un grupo de (T_3, D, D, T_4, D, D) se repite en el quinto símbolo OFDM. Un grupo de (T_4, D, D, T_3, D, D) se repite en el décimo símbolo OFDM.

La FIG. 80 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente

invención.

Un grupo de (T_1, D, D, T_2, D, D) se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de (T_2, D, D, T_1, D, D) se repite en el cuarto y decimosegundo símbolos OFDM. Un grupo de (T_3, D, D, T_4, D, D) se repite en el tercer símbolo OFDM. Un grupo de (T_4, D, D, T_3, D, D) se repite en el décimo símbolo OFDM.

- 5 La FIG. 81 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de (T_1, D, D, T_2, D, D) se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de (T_2, D, D, T_1, D, D) se repite en el cuarto y decimosegundo símbolos OFDM. Un grupo de (T_3, D, D, T_4, D, D) se repite en el quinto símbolo OFDM. Un grupo de (T_4, D, D, T_3, D, D) se repite en el undécimo símbolo OFDM.

- 10 La FIG. 82 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia según una realización de la presente invención.

Un grupo de (T_1, D, D, T_2, D, D) se repite en el primer y octavo símbolos OFDM. Un grupo de (T_2, D, D, T_1, D, D) se repite en el cuarto y decimosegundo símbolos OFDM. Un grupo de (T_3, D, D, T_4, D, D) se repite en el quinto símbolo OFDM. Un grupo de (T_4, D, D, T_3, D, D) se repite en el decimotercer símbolo OFDM.

- 15 Las FIG. 65 a 82 ilustran ejemplos de una asignación de señales de referencia donde las señales de referencia se asignan en el primer símbolo OFDM. Si el número de símbolos OFDM aplicados en el modo de micro reposo aumenta, las señales de referencia se pueden asignar en otros símbolos OFDM tales como el segundo y tercer símbolos OFDM.

La FIG. 83 ilustra un ejemplo de una asignación de señales de referencia para una señal multiusuario.

- 20 Con referencia a la FIG. 83, R indica una señal de referencia para una señal multiusuario. La señal de referencia R se puede usar para cualquier antena. En el caso de usar dos antenas, R puede indicar o bien una señal de referencia para la primera antena o una señal de referencia para la segunda antena. Un elemento de recursos en blanco puede ser un símbolo de datos o un símbolo nulo.

- 25 En una subtrama, las señales de referencia T_1 para la primera antena se asignan en el intervalo de seis subportadoras en el primer símbolo OFDM. Es decir, las señales de referencia T_1 se asignan con cinco subportadoras entre las mismas. Las señales de referencia T_2 para la segunda antena se asignan en el mismo intervalo que las primeras señales de referencia T_1 para no solapar las primeras señales de referencia T_1 en los mismos símbolos OFDM. Es decir, las señales de referencia T_2 se colocan entre las dos señales de referencia T_1 en el mismo intervalo que las primeras señales de referencia T_1 .

- 30 Las señales de referencia R se asignan comenzando desde las posiciones donde las señales de control dedicadas no están asignadas, por ejemplo, desde el tercer símbolo OFDM. Es decir, las señales de referencia R se asignan en el intervalo de dos subportadoras en el tercer símbolo OFDM. Las señales de referencia R se asignan en el intervalo de dos subportadoras en el séptimo símbolo OFDM separadas en el tamaño de cuatro símbolos OFDM desde el tercer símbolo OFDM. Las señales de referencia R en el tercer y séptimo símbolos OFDM están escalonadas entre sí. Las señales de referencia R se asignan en el intervalo de dos subportadoras en el undécimo símbolo OFDM separadas en el tamaño de cuatro símbolos OFDM del séptimo símbolo OFDM.

La FIG. 84 ilustra otro ejemplo de una asignación de señales de referencia para una señal multiusuario.

- 40 En comparación con el ejemplo de la FIG. 83, con referencia a la FIG. 84, las señales de referencia T_1 y T_2 para la primera y segunda antenas se asignan en el cuarto símbolo OFDM. Cuando una señal de control dedicada se asigna en una región donde se transmite una señal multiusuario, se puede reducir una tasa de error de la señal de control dedicada.

La FIG. 85 ilustra otro ejemplo de una asignación de señales de referencia para una señal multiusuario cuando se usan múltiples antenas. Este es el caso donde se usan cuatro antenas y al menos una antena entre ellas transmite una señal multiusuario.

- 45 Con referencia a la FIG. 85, en una subtrama, las señales de referencia T_1 se asignan en el intervalo de seis subportadoras en el primer símbolo OFDM. Las señales de referencia T_2 se asignan en el mismo intervalo que las primeras señales de referencia T_1 para no solapar las primeras señales de referencia T_1 en los mismos símbolos OFDM. Es decir, las señales de referencia T_2 se colocan entre las dos señales de referencia T_1 en el mismo intervalo que las primeras señales de referencia T_1 . Por otra parte, en una subtrama, las señales de referencia T_3 se asignan en el intervalo de seis subportadoras en el primer símbolo OFDM. Las señales de referencia T_4 se asignan en el mismo intervalo que las terceras señales de referencia T_3 para no solapar las terceras señales de referencia T_3 en los mismos símbolos OFDM.

Las señales de referencia R se asignan comenzando desde las posiciones donde no se asigna ninguna señal de

5 control dedicada, por ejemplo, desde el tercer símbolo OFDM. Las señales de referencia R se pueden transmitir a través de al menos una de cuatro antenas, la primera a cuarta antenas. Las señales de referencia R se asignan en el intervalo de dos subportadoras en el tercer símbolo OFDM. Las señales de referencia R se asignan en el intervalo de dos subportadoras en el séptimo símbolo OFDM separadas en el tamaño de cuatro símbolos OFDM desde el primer símbolo OFDM. Las señales de referencia R en el tercer y séptimo símbolos OFDM están escalonadas entre sí.

Las señales de referencia T_1 y T_2 se asignan en el cuarto símbolo OFDM. Cuando una señal de control dedicada se asigna en una región donde se transmite una señal multiusuario, se puede reducir una tasa de error de la señal de control dedicada.

10 La FIG. 86 ilustra otro ejemplo de una asignación de señales de referencia para una señal multiusuario cuando se usan múltiples antenas. Este es el caso donde se usan cuatro antenas y al menos una antena entre ellas transmite una señal multiusuario.

15 Con referencia a la FIG. 86, la primera y segunda señales de referencia R_1 y R_2 se asignan en los símbolos OFDM comenzando desde el tercer símbolo OFDM en el intervalo de cuatro símbolos OFDM. La tercera y cuarta señales de referencia R_3 y R_4 se asignan en símbolos OFDM comenzando desde el quinto símbolo OFDM en el intervalo de cuatro símbolos OFDM.

La FIG. 87 ilustra otro ejemplo de una asignación de señales de referencia para una señal multiusuario cuando se usan múltiples antenas.

20 Con referencia a la FIG. 87, la primera y segunda señales de referencia R_1 y R_2 se asignan en símbolos OFDM comenzando desde el tercer símbolo OFDM en el intervalo de cuatro símbolos OFDM. La tercera y cuarta señales de referencia R_3 y R_4 se asignan en símbolos OFDM comenzando desde el quinto símbolo OFDM en el intervalo de cuatro símbolos OFDM. La primera a cuarta señales de referencia R_1 a R_4 se asignan cada una en el dominio de frecuencia en el intervalo de seis subportadoras.

25 La FIG. 88 ilustra otro ejemplo de una asignación de señales de referencia para una señal multiusuario cuando se usan múltiples antenas.

Con referencia a la FIG. 88, la primera y segunda señales de referencia R_1 y R_2 se asignan en símbolos OFDM comenzando desde el tercer símbolo OFDM en el intervalo de cuatro símbolos OFDM. La tercera y cuarta señales de referencia R_3 y R_4 se asignan en símbolos OFDM comenzando desde el quinto símbolo OFDM en el intervalo de cuatro símbolos OFDM.

30 Las señales de referencia T_1 a T_4 para la primera a cuarta antenas se asignan en el primer y segundo símbolos OFDM. También, las señales de referencia T_1 y T_2 se asignan en el cuarto símbolo OFDM.

La FIG. 89 ilustra otro ejemplo de una asignación de señales de referencia para una señal multiusuario cuando se usan múltiples antenas.

35 Con referencia a la FIG. 89, la primera y segunda señales de referencia R_1 y R_2 se asignan en símbolos OFDM comenzando desde el tercer símbolo OFDM en el intervalo de cuatro símbolos OFDM. La tercera y cuarta señales de referencia R_3 y R_4 se asignan en símbolos OFDM comenzando desde el quinto símbolo OFDM en el intervalo de cuatro símbolos OFDM. La primera a cuarta señales de referencia R_1 a R_4 se asignan en el dominio de frecuencia en el intervalo de seis subportadoras.

40 Las señales de referencia T_1 a T_4 para la primera a cuarta antenas se asignan en el primer y segundo símbolos OFDM. También, las señales de referencia T_1 y T_2 se asignan en el cuarto símbolo OFDM.

La FIG. 90 ilustra otro ejemplo de una asignación de señales de referencia para una señal multiusuario cuando se usan múltiples antenas.

45 Con referencia a la FIG. 90, la primera y segunda señales de referencia R_1 y R_2 se asignan en símbolos OFDM comenzando desde el tercer símbolo OFDM en el intervalo de cuatro símbolos OFDM. La tercera y cuarta señales de referencia R_3 y R_4 se asignan en símbolos OFDM comenzando desde el quinto símbolo OFDM en el intervalo de cuatro símbolos OFDM.

Las señales de referencia T_1 a T_4 para la primera a cuarta antenas se asignan solamente en el primer y segundo símbolos OFDM.

50 La FIG. 91 ilustra otro ejemplo de una asignación de señales de referencia para una señal multiusuario cuando se usan múltiples antenas.

Con referencia a la FIG. 91, la primera y segunda señales de referencia R_1 y R_2 se asignan en símbolos OFDM comenzando desde el tercer símbolo OFDM en el intervalo de cuatro símbolos OFDM. La tercera y cuarta señales de referencia R_3 y R_4 se asignan en símbolos OFDM comenzando desde el quinto símbolo OFDM en el intervalo de

cuatro símbolos OFDM. La primera a cuarta señales de referencia R_1 a R_4 se asignan en el dominio de frecuencia en el intervalo de seis subportadoras.

Las señales de referencia T_1 a T_4 para la primera a cuarta antenas se asignan solamente en el primer y segundo símbolos OFDM.

- 5 Las señales de referencia para múltiples antenas se asignan eficazmente. La estimación de canal o demodulación de datos puede evitar la degradación de rendimiento.

10 Ya que la presente invención se puede encarnar de varias formas sin apartarse de las características esenciales de la misma, se debería entender que las realizaciones descritas anteriormente no están limitadas por ninguno de los detalles de la descripción precedente, a menos que se especifique de otro modo, sino más bien se debería interpretar ampliamente dentro de su alcance como se define en las reivindicaciones adjuntas. Por lo tanto, se pretende que las reivindicaciones adjuntas abarquen todos los cambios y modificaciones que caigan dentro de las medidas y límites de las reivindicaciones.

Las características de la presente invención se definen además en las siguientes secciones A a T.

- 15 A. Un método para asignar señales de referencia para una subtrama en un sistema de comunicación de múltiples entradas múltiples salidas (MIMO) inalámbrico, la subtrama que comprende una pluralidad de símbolos de Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM) en un dominio de tiempo y una pluralidad de subportadoras en un dominio de frecuencia, el método que comprende:

asignar una pluralidad de primeras señales de referencia para una primera antena en un primer símbolo OFDM sobre una subtrama para la primera antena en intervalos regulares en el dominio de frecuencia;

- 20 asignar una pluralidad de segundas señales de referencia para una segunda antena en el primer símbolo OFDM sobre una subtrama para la segunda antena en intervalos regulares en el dominio de frecuencia de manera que la pluralidad de segundas señales de referencia no se solapan con la pluralidad de primeras señales de referencia;

- 25 asignar una pluralidad de terceras señales de referencia para una tercera antena en un segundo símbolo OFDM sobre una subtrama para la tercera antena en intervalos regulares en el dominio de frecuencia, en donde el segundo símbolo OFDM es contiguo con el primer símbolo OFDM; y

asignar una pluralidad de cuartas señales de referencia para una cuarta antena en el segundo símbolo OFDM sobre una subtrama para la cuarta antena de manera que la pluralidad de cuartas señales de referencia no se solapan con la pluralidad de terceras señales de referencia.

- 30 B. El método de la sección A, en donde intervalos en el dominio de frecuencia de la pluralidad de primeras señales de referencia, la pluralidad de segundas señales de referencia, la pluralidad de terceras señales de referencia y la pluralidad de primeras señales de referencia son las mismas.

- 35 C. El método de la sección A, en donde las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de terceras señales de referencia son las mismas que las de la pluralidad de primeras señales de referencia y las ubicaciones en el dominio de frecuencia para la pluralidad de cuartas señales de referencia son las mismas que las de la pluralidad de segundas señales de referencia.

- 40 D. El método de la sección A, en donde las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de cuartas señales de referencia son las mismas que las de la pluralidad de primeras señales de referencia y las ubicaciones en el dominio de frecuencia para la pluralidad de terceras señales de referencia son las mismas que las de la pluralidad de segundas señales de referencia.

E. El método de la sección A, que además comprende:

- 45 asignar una pluralidad de primeras señales de referencia adicionales para la primera antena en un tercer símbolo OFDM sobre la subtrama para la primera antena en los mismos intervalos para la pluralidad de primeras señales de referencia en el dominio de frecuencia, en donde el tercer símbolo OFDM es no contiguo con el primer símbolo OFDM y el segundo símbolo OFDM; y

asignar una pluralidad de segundas señales de referencia adicionales para la segunda antena en el tercer símbolo OFDM sobre la subtrama para la segunda antena en los mismos intervalos para la pluralidad de segundas señales de referencia en el dominio de frecuencia de manera que la pluralidad de segundas señales de referencia adicionales no se solapan con la pluralidad de primeras señales de referencia adicionales.

- 50 F. El método de la sección E, en donde las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de primeras señales de referencia adicionales son las mismas que las de la pluralidad de segundas señales de referencia y las ubicaciones en el dominio de frecuencia para la pluralidad de segundas señales de referencia adicionales son las mismas que las de la pluralidad de primeras señales de referencia.

G. El método de la sección E, que además comprende:

5 asignar una pluralidad de terceras señales de referencia adicionales para la tercera antena en un cuarto símbolo OFDM sobre la subtrama para la tercera antena en los mismos intervalos para la pluralidad de terceras señales de referencia en el dominio de frecuencia, en donde el cuarto símbolo OFDM es no contiguo con el primer símbolo OFDM y el segundo símbolo OFDM y es contiguo con el tercer símbolo OFDM; y

asignar una pluralidad de cuartas señales de referencia adicionales para la cuarta antena en el cuarto símbolo OFDM sobre la subtrama para la cuarta antena en los mismos intervalos para la pluralidad de cuartas señales de referencia en el dominio de frecuencia de manera que la pluralidad de cuartas señales de referencia adicionales no se solapan con la pluralidad de terceras señales de referencia adicionales.

10 H. El método de la sección G, en donde las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de primeras señales de referencia adicionales son las mismas que las de la pluralidad de segundas señales de referencia y las ubicaciones en el dominio de frecuencia para la pluralidad de segundas señales de referencia adicionales son las mismas que las de la pluralidad de primeras señales de referencia.

15 I. El método de la sección G, en donde las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de terceras señales de referencia adicionales son las mismas que las de la pluralidad de cuartas señales de referencia y las ubicaciones en el dominio de frecuencia para la pluralidad de cuartas señales de referencia adicionales son las mismas que las de la pluralidad de terceras señales de referencia.

J. El método de la sección A, que además comprende:

20 asignar una pluralidad de terceras señales de referencia adicionales para la tercera antena en un tercer símbolo OFDM sobre la subtrama para la tercera antena en los mismos intervalos para la pluralidad de terceras señales de referencia en el dominio de frecuencia, en donde el tercer símbolo OFDM es no contiguo con el primer símbolo OFDM y el segundo símbolo OFDM; y

25 asignar una pluralidad de cuartas señales de referencia adicionales para la cuarta antena en el tercer símbolo OFDM sobre la subtrama para la cuarta antena en los mismos intervalos para la pluralidad de cuartas señales de referencia en el dominio de frecuencia de manera que la pluralidad de cuartas señales de referencia adicionales no se solapan con la pluralidad de terceras señales de referencia adicionales.

30 K. El método de la sección J, en donde las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de terceras señales de referencia adicionales son las mismas que las de la pluralidad de cuartas señales de referencia y las ubicaciones en el dominio de frecuencia para la pluralidad de cuartas señales de referencia adicionales son las mismas que las de la pluralidad de terceras señales de referencia.

L. El método de la sección A, en donde el primer símbolo OFDM está cerca del comienzo de un intervalo de tiempo de transmisión (TTI), el TTI que comprende al menos dos símbolos OFDM.

M. El método de la sección A, que además comprende:

35 asignar una pluralidad de señales de referencia para la señal multiusuario en un tercer símbolo OFDM, en donde el tercer símbolo OFDM es contiguo con el primer símbolo OFDM o el segundo símbolo OFDM.

N. Un método para colocar señales de referencia en un sistema de comunicación inalámbrico, que comprende:

preparar una pluralidad de subtramas para una pluralidad de antenas, una subtrama que comprende una pluralidad de símbolos OFDM en un dominio de tiempo y una pluralidad de subportadoras en un dominio de frecuencia;

40 colocar una señal de referencia para una subtrama; y

colocar una señal de referencia para otra subtrama que no se solapa con la señal de referencia para una subtrama, en donde la señal de referencia para una subtrama y la señal de referencia para otra subtrama se colocan sucesivamente en símbolos OFDM contiguos o en las subportadoras contiguas.

45 O. El método de la sección N, que además comprende colocar un símbolo nulo para otra subtrama para solaparse con la señal de referencia para una subtrama.

P. El método de la sección N que además comprende colocar un símbolo nulo para una subtrama para solaparse con la señal de referencia para otra subtrama.

Q. Un método para colocar señales de referencia en un sistema de comunicación inalámbrico, que comprende:

colocar una pluralidad de señales de referencia para una señal dedicada; y

colocar una pluralidad de señales de referencia para una señal multiusuario de manera que intervalos en el dominio de frecuencia de la pluralidad de señales de referencia para una señal multiusuario son más cortos que los de la pluralidad de señales de referencia para una señal dedicada.

R. Un aparato para un sistema de comunicación MIMO inalámbrico basado en OFDM, el aparato que comprende:

5 una pluralidad de antenas de transmisión;

un multiplexor para asignar una pluralidad de señales de referencia para la pluralidad de antenas de transmisión que no se solapan unas con otras, en donde al menos dos señales de referencia entre la pluralidad de señales de referencia se colocan sucesivamente en símbolos OFDM contiguos o en las subportadoras contiguas; y

un modulador OFDM para modular la pluralidad de señales de referencia.

10 S. Un aparato para un sistema de comunicación MIMO inalámbrico basado en OFDM, el aparato que comprende:

al menos una antena de recepción; y

un estimador de canal para estimar un canal usando una pluralidad de señales de referencia para la pluralidad de antenas de transmisión, en donde la pluralidad de señales de referencia no se solapan entre sí y al menos dos señales de referencia entre la pluralidad de señales de referencia se colocan sucesivamente en símbolos OFDM contiguos o en las subportadoras contiguas.

15 T. Una estructura de señal de referencia para proporcionar información para estimación de canal en un sistema MIMO inalámbrico basado en OFDM, la estructura de señal de referencia que comprende una pluralidad de señales de referencia para una pluralidad de antenas no se solapan unas con otras, en donde al menos dos señales de referencia entre la pluralidad de señales de referencia se colocan sucesivamente en símbolos OFDM contiguos o en las subportadoras contiguas.

20

REIVINDICACIONES

1. Un método para asignar señales de referencia en una subtrama en un sistema de comunicación MIMO inalámbrico, la subtrama que comprende una pluralidad de símbolos OFDM en el dominio de tiempo transmitidos desde una primera, segunda, tercera y cuarta antenas sobre una pluralidad de subportadoras en el dominio de frecuencia, en donde la primera y segunda antenas se usan más frecuentemente que la tercera y cuarta antenas, el método que comprende:
- 5 - asignar una pluralidad de primeras señales de referencia (T1) para la primera antena en un primer símbolo OFDM, un tercer símbolo OFDM, un octavo símbolo OFDM y un décimo símbolo OFDM;
 - 10 - asignar una pluralidad de segundas señales de referencia (T2) para la segunda antena en el primer símbolo OFDM, el tercer símbolo OFDM, el octavo símbolo OFDM y el décimo símbolo OFDM;
 - asignar una pluralidad de terceras señales de referencia (T3) para la tercera antena en un segundo símbolo OFDM contiguo con el primer símbolo OFDM y en un noveno símbolo OFDM contiguo con el octavo símbolo OFDM; y
 - 15 - asignar una pluralidad de cuartas señales de referencia (T4) para la cuarta antena en el segundo símbolo OFDM y el noveno símbolo OFDM;
- en donde
- la pluralidad de primeras señales de referencia y la pluralidad de segundas señales de referencia no son contiguas y no se solapan;
 - 20 - la pluralidad de terceras señales de referencia y la pluralidad de cuartas señales de referencia no son contiguas y no se solapan;
 - las primeras y segundas señales de referencia se asignan más densamente que las terceras y cuartas señales de referencia;
 - 25 - cada una de la pluralidad de primeras, segundas, terceras y cuartas señales de referencia se asigna en intervalos regulares en el dominio de frecuencia, las primeras señales de referencia y las segundas señales de referencia que se alternan en el primer símbolo OFDM en intervalos regulares de dos ubicaciones de frecuencia, las primeras señales de referencia y las segundas señales de referencia que se alternan en el tercer símbolo OFDM en intervalos regulares de dos ubicaciones de frecuencia, las primeras señales de referencia y las segundas señales de referencia que se alternan en el octavo símbolo OFDM en intervalos regulares de dos ubicaciones de frecuencia, las primeras señales de referencia y las segundas señales de referencia que se alternan en el décimo símbolo OFDM en intervalos regulares de dos ubicaciones de frecuencia, las terceras señales de referencia y las cuartas señales de referencia que se alternan en el segundo símbolo OFDM en intervalos regulares de dos ubicaciones de frecuencia y las terceras señales de referencia y las cuartas señales de referencia que se alternan en el noveno símbolo OFDM en intervalos regulares de dos ubicaciones de frecuencia;
 - 30 - se asignan un cuarto y quinto símbolos OFDM que no incluyen las señales de referencia, de manera que el cuarto símbolo OFDM es contiguo con el segundo símbolo OFDM, el quinto símbolo OFDM es contiguo con el cuarto símbolo OFDM y el tercer símbolo OFDM es contiguo con el quinto símbolo OFDM;
 - 35 - se asignan un undécimo y duodécimo símbolos OFDM que no incluyen las señales de referencia, de manera que el undécimo símbolo OFDM es contiguo con el noveno símbolo OFDM, el duodécimo símbolo OFDM es contiguo con el undécimo símbolo OFDM y el décimo símbolo OFDM es contiguo con el duodécimo símbolo OFDM,
 - 40 - las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de primeras señales de referencia asignadas en el primer símbolo OFDM son las mismas que las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de segundas señales de referencia en el tercer símbolo OFDM y las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de segundas señales de referencia asignadas en el primer símbolo OFDM son las mismas que las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de primeras señales de referencia en el tercer símbolo OFDM,
 - 45 - las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de primeras señales de referencia asignadas en el octavo símbolo OFDM son las mismas que las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de segundas señales de referencia en el décimo símbolo OFDM y las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de segundas señales de referencia asignadas en el octavo símbolo OFDM son las mismas que las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de primeras señales de referencia en el décimo símbolo OFDM,
 - 50 - las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de primeras señales de referencia asignadas en el octavo símbolo OFDM son las mismas que las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de segundas señales de referencia en el décimo símbolo OFDM y las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de segundas señales de referencia asignadas en el octavo símbolo OFDM son las mismas que las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de primeras señales de referencia en el décimo símbolo OFDM,

- se asignan un sexto y séptimo símbolos OFDM que no incluyen la pluralidad de señales de referencia, de manera que el sexto símbolo OFDM es contiguo con el tercer símbolo OFDM y el séptimo símbolo OFDM es contiguo con el sexto símbolo OFDM,
 - 5 - se asignan un decimotercer y decimocuarto símbolos OFDM que no incluyen la pluralidad de señales de referencia, de manera que el decimotercer símbolo OFDM es contiguo con el décimo símbolo OFDM y el decimocuarto símbolo OFDM es contiguo con el decimotercer símbolo OFDM,
 - 10 - las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de terceras señales de referencia en el segundo símbolo OFDM son las mismas que las ubicaciones de la pluralidad de primeras señales de referencia en el primer símbolo OFDM y la ubicación en el dominio de frecuencia de la pluralidad de cuartas señales de referencia en el segundo símbolo OFDM son las mismas que las ubicaciones de la pluralidad de segundas señales de referencia en el primer símbolo OFDM,
 - 15 - las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de terceras señales de referencia en el noveno símbolo OFDM son las mismas que las ubicaciones de la pluralidad de segundas señales de referencia en el octavo símbolo OFDM y la ubicación en el dominio de frecuencia de la pluralidad de cuartas señales de referencia en el noveno símbolo OFDM son las mismas que las ubicaciones de la pluralidad de primeras señales de referencia en el octavo símbolo OFDM,
 - 20 - las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de primeras señales de referencia en el primer símbolo OFDM son las mismas que las ubicaciones de la pluralidad de primeras señales de referencia en el octavo símbolo OFDM y la ubicación en el dominio de frecuencia de la pluralidad de segundas señales de referencia en el primer símbolo OFDM son las mismas que las ubicaciones de la pluralidad de segundas señales de referencia en el octavo símbolo OFDM.
2. El método según la reivindicación 1, en donde el primer símbolo OFDM está cerca del comienzo de un intervalo de tiempo de transmisión (TTI), el TTI que comprende al menos dos símbolos OFDM.
- 25 3. El método según la reivindicación 2, que además comprende colocar un símbolo nulo para una antena para solaparse con una señal de referencia para otra antena.
- 30 4. Un transmisor (100) que tiene múltiples antenas (190) y que está adaptado para asignar señales de referencia en una subtrama, la subtrama que comprende una pluralidad de símbolos OFDM en el dominio de tiempo transmitidos desde la primera, segunda, tercera y cuarta antenas sobre una pluralidad de subportadoras en el dominio de frecuencia, en donde la primera y segunda antenas se usan más frecuentemente que la tercera y cuarta antenas, el transmisor que comprende medios para asignar (120, 130, 140, 150, 160) las señales de referencia de manera que:
- una pluralidad de primeras señales de referencia se asignan para la primera antena en un primer símbolo OFDM, un tercer símbolo OFDM, un octavo símbolo OFDM y un décimo símbolo OFDM;
 - una pluralidad de segundas señales de referencia se asignan para la segunda antena en el primer símbolo OFDM, el tercer símbolo OFDM, el octavo símbolo OFDM y el décimo símbolo OFDM;
 - 35 - una pluralidad de terceras señales de referencia se asignan para la tercera antena en un segundo símbolo OFDM contiguo con el primer símbolo OFDM y en un noveno símbolo OFDM contiguo con el octavo símbolo OFDM; y
 - una pluralidad de cuartas señales de referencia se asignan para la cuarta antena en el segundo símbolo OFDM y el noveno símbolo OFDM;
- 40 en donde
- la pluralidad de primeras señales de referencia y la pluralidad de segundas señales de referencia no son contiguas y no se solapan;
 - la pluralidad de terceras señales de referencia y la pluralidad de cuartas señales de referencia no son contiguas y no se solapan;
 - 45 - las primeras y segundas señales de referencia se asignan más densamente que las terceras y cuartas señales de referencia;
 - cada una de la pluralidad de primeras, segundas, terceras y cuartas señales de referencia se asigna en intervalos regulares en el dominio de frecuencia, las primeras señales de referencia y las segundas señales de referencia que se alternan en el primer símbolo OFDM en intervalos regulares de dos ubicaciones de frecuencia, las primeras señales de referencia y las segundas señales de referencia que se alternan en el tercer símbolo OFDM en intervalos regulares de dos ubicaciones de frecuencia, las primeras señales de referencia y las segundas señales de referencia que se alternan en el octavo símbolo OFDM en intervalos regulares de dos ubicaciones de frecuencia, las primeras señales de referencia y las segundas señales de referencia que se
 - 50

- 5 alternan en el décimo símbolo OFDM en intervalos regulares de dos ubicaciones de frecuencia, las terceras señales de referencia y las cuartas señales de referencia que se alternan en el segundo símbolo OFDM en intervalos regulares de dos ubicaciones de frecuencia y las terceras señales de referencia y las cuartas señales de referencia que se alternan en el noveno símbolo OFDM en intervalos regulares de dos ubicaciones de frecuencia;
- se asignan un cuarto y quinto símbolos OFDM que no incluyen las señales de referencia, de manera que el cuarto símbolo OFDM es contiguo con el segundo símbolo OFDM, el quinto símbolo OFDM es contiguo con el cuarto símbolo OFDM y el tercer símbolo OFDM es contiguo con el quinto símbolo OFDM;
- 10 - se asignan un undécimo y duodécimo símbolos OFDM que no incluyen las señales de referencia, de manera que el undécimo símbolo OFDM es contiguo con el noveno símbolo OFDM, el duodécimo símbolo OFDM es contiguo con el undécimo símbolo OFDM y el décimo símbolo OFDM es contiguo con el duodécimo símbolo OFDM,
- las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de primeras señales de referencia asignadas en el primer símbolo OFDM son las mismas que las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de segundas señales de referencia en el tercer símbolo OFDM y las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de segundas señales de referencia asignadas en el primer símbolo OFDM son las mismas que las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de primeras señales en el tercer símbolo OFDM,
- 15 - las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de primeras señales de referencia asignadas en el octavo símbolo OFDM son las mismas que las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de segundas señales de referencia en el tercer símbolo OFDM y las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de segundas señales de referencia asignadas en el octavo símbolo OFDM son las mismas que las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de primeras señales de referencia en el décimo símbolo OFDM,
- 20 - se asignan un sexto y séptimo símbolos OFDM que no incluyen la pluralidad de señales de referencia, de manera que el sexto símbolo OFDM es contiguo con el tercer símbolo OFDM y el séptimo símbolo OFDM es contiguo con el sexto símbolo OFDM,
- 25 - se asignan un decimotercer y decimocuarto símbolos OFDM que no incluyen la pluralidad de señales de referencia, de manera que el decimotercer símbolo OFDM es contiguo con el décimo símbolo OFDM y el decimocuarto símbolo OFDM es contiguo con el decimotercer símbolo OFDM,
- 30 - las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de terceras señales de referencia en el segundo símbolo OFDM son las mismas que las ubicaciones de la pluralidad de primeras señales de referencia en el primer símbolo OFDM y la ubicación en el dominio de frecuencia de la pluralidad de cuartas señales de referencia en el segundo símbolo OFDM son las mismas que las ubicaciones de la pluralidad de segundas señales de referencia en el primer símbolo OFDM,
- 35 - las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de terceras señales de referencia en el noveno símbolo OFDM son las mismas que las ubicaciones de la pluralidad de segundas señales de referencia en el octavo símbolo OFDM y la ubicación en el dominio de frecuencia de la pluralidad de cuartas señales de referencia en el noveno símbolo OFDM son las mismas que las ubicaciones de la pluralidad de primeras señales de referencia en el octavo símbolo OFDM,
- 40 - las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de primeras señales de referencia en el primer símbolo OFDM son las mismas que las ubicaciones de la pluralidad de primeras señales de referencia en el octavo símbolo OFDM y la ubicación en el dominio de frecuencia de la pluralidad de segundas señales de referencia en el primer símbolo OFDM son las mismas que las ubicaciones de la pluralidad de segundas señales de referencia en el octavo símbolo OFDM.
- 45 5. Un transmisor según la reivindicación 4, en donde el transmisor se adapta además para llevar a cabo los pasos de un método para asignar señales de referencia según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3.
6. Un receptor (200) que tiene múltiples antenas (290) y que está adaptado para recibir desde un transmisor (100) señales de referencia y para estimar los canales en base a dichas señales de referencia, en donde las señales de referencia se asignan en una subtrama que comprende una pluralidad de símbolos OFDM en el dominio de tiempo
- 50 transmitidos desde una primera, segunda, tercera y cuarta antenas, sobre una pluralidad de subportadoras en el dominio de frecuencia, en donde la primera y segunda antenas se usan más frecuentemente que la tercera y cuarta antenas, el receptor que comprende medios (210, 220, 230, 240, 250) adaptados para procesar señales de referencia asignadas de manera que:
- una pluralidad de primeras señales de referencia se asignan para la primera antena en un primer símbolo OFDM, un tercer símbolo OFDM, un octavo símbolo OFDM y un décimo símbolo OFDM;
- 55

- una pluralidad de segundas señales de referencia se asignan para la segunda antena en el primer símbolo OFDM, el tercer símbolo OFDM, el octavo símbolo OFDM y el décimo símbolo OFDM;

5 - una pluralidad de terceras señales de referencia se asignan para la tercera antena en un segundo símbolo OFDM contiguo con el primer símbolo OFDM y en un noveno símbolo OFDM contiguo con el octavo símbolo OFDM; y

- una pluralidad de cuartas señales de referencia se asignan para la cuarta antena en el segundo símbolo OFDM y el noveno símbolo OFDM;

en donde

10 - la pluralidad de primeras señales de referencia y la pluralidad de segundas señales de referencia no son contiguas y no se solapan;

- la pluralidad de terceras señales de referencia y la pluralidad de cuartas señales de referencia no son contiguas y no se solapan;

- las primeras y segundas señales de referencia se asignan más densamente que las terceras y cuartas señales de referencia;

15 - cada una de la pluralidad de primeras, segundas, terceras y cuartas señales de referencia se asigna en intervalos regulares en el dominio de frecuencia, las primeras señales de referencia y las segundas señales de referencia que se alternan en el primer símbolo OFDM en intervalos regulares de dos ubicaciones de frecuencia, las primeras señales de referencia y las segundas señales de referencia que se alternan en el tercer símbolo OFDM en intervalos regulares de dos ubicaciones de frecuencia, las primeras señales de referencia y las segundas señales de referencia que se alternan en el octavo símbolo OFDM en intervalos regulares de dos ubicaciones de frecuencia, las primeras señales de referencia y las segundas señales de referencia que se alternan en el décimo símbolo OFDM en intervalos regulares de dos ubicaciones de frecuencia, las terceras señales de referencia y las cuartas señales de referencia que se alternan en el segundo símbolo OFDM en intervalos regulares de dos ubicaciones de frecuencia y las terceras señales de referencia y las cuartas señales de referencia que se alternan en el noveno símbolo OFDM en intervalos regulares de dos ubicaciones de frecuencia;

20

25

- se asignan un cuarto y quinto símbolos OFDM que no incluyen las señales de referencia, de manera que el cuarto símbolo OFDM es contiguo con el segundo símbolo OFDM, el quinto símbolo OFDM es contiguo con el cuarto símbolo OFDM y el tercer símbolo OFDM es contiguo con el quinto símbolo OFDM;

30 - se asignan un undécimo y duodécimo símbolos OFDM que no incluyen las señales de referencia, de manera que el undécimo símbolo OFDM es contiguo con el noveno símbolo OFDM, el duodécimo símbolo OFDM es contiguo con el undécimo símbolo OFDM y el décimo símbolo OFDM es contiguo con el duodécimo símbolo OFDM,

35 - las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de primeras señales de referencia asignadas en el primer símbolo OFDM son las mismas que las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de segundas señales de referencia en el tercer símbolo OFDM y las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de segundas señales de referencia asignadas en el primer símbolo OFDM son las mismas que las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de primeras señales en el tercer símbolo OFDM,

40 - las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de primeras señales de referencia asignadas en el octavo símbolo OFDM son las mismas que las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de segundas señales de referencia en el décimo símbolo OFDM y las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de segundas señales de referencia asignadas en el octavo símbolo OFDM son las mismas que las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de primeras señales de referencia en el décimo símbolo OFDM,

45 - se asignan un sexto y séptimo símbolos OFDM que no incluyen la pluralidad de señales de referencia, de manera que el sexto símbolo OFDM es contiguo con el tercer símbolo OFDM y el séptimo símbolo OFDM es contiguo con el sexto símbolo OFDM,

50 - se asignan un decimotercer y decimocuarto símbolos OFDM que no incluyen la pluralidad de señales de referencia, de manera que el decimotercer símbolo OFDM es contiguo con el décimo símbolo OFDM y el decimocuarto símbolo OFDM es contiguo con el decimotercer símbolo OFDM,

- las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de terceras señales de referencia en el segundo símbolo OFDM son las mismas que las ubicaciones de la pluralidad de primeras señales de referencia en el primer símbolo OFDM y la ubicación en el dominio de frecuencia de la pluralidad de cuartas señales de

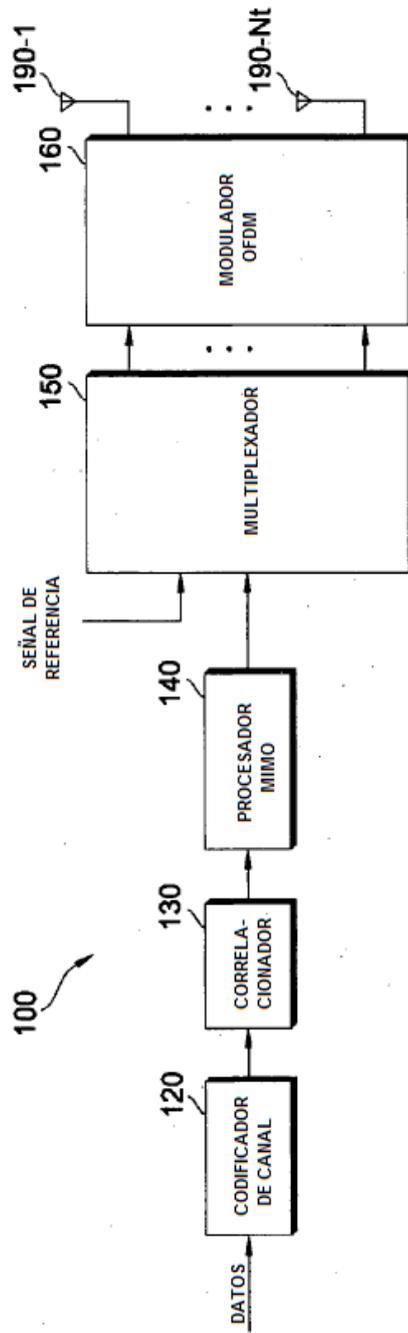
referencia en el segundo símbolo OFDM son las mismas que las ubicaciones de la pluralidad de segundas señales de referencia en el primer símbolo OFDM,

5 - las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de terceras señales de referencia en el noveno símbolo OFDM son las mismas que las ubicaciones de la pluralidad de segundas señales de referencia en el octavo símbolo OFDM y la ubicación en el dominio de frecuencia de la pluralidad de cuartas señales de referencia en el noveno símbolo OFDM son las mismas que las ubicaciones de la pluralidad de primeras señales de referencia en el octavo símbolo OFDM,

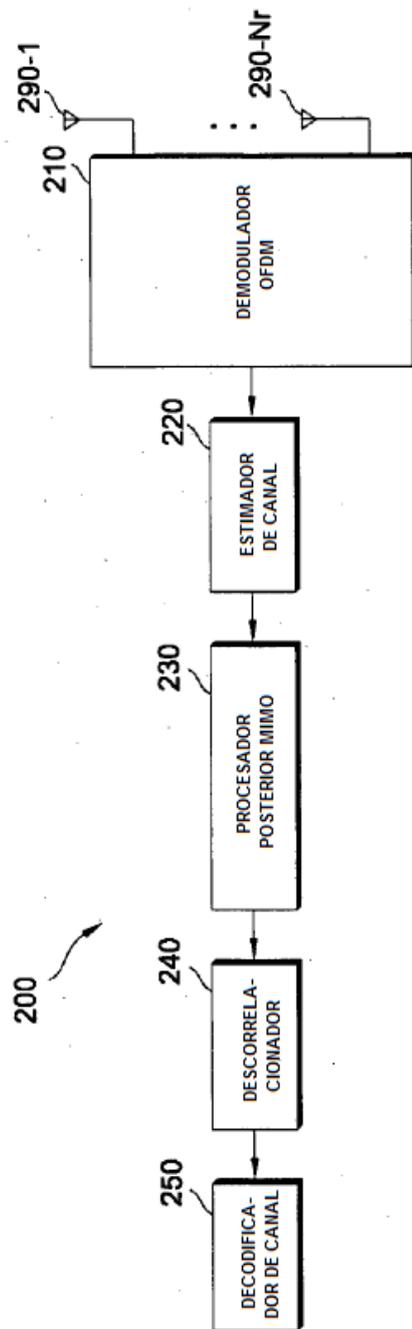
10 - las ubicaciones en el dominio de frecuencia de la pluralidad de primeras señales de referencia en el primer símbolo OFDM son las mismas que las ubicaciones de la pluralidad de primeras señales de referencia en el octavo símbolo OFDM y la ubicación en el dominio de frecuencia de la pluralidad de segundas señales de referencia en el primer símbolo OFDM son las mismas que las ubicaciones de la pluralidad de segundas señales de referencia en el octavo símbolo OFDM.

15 7. Un receptor según la reivindicación 6, en donde el receptor está adaptado además para procesar señales de referencia asignadas con un método para asignar señales de referencia según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3.

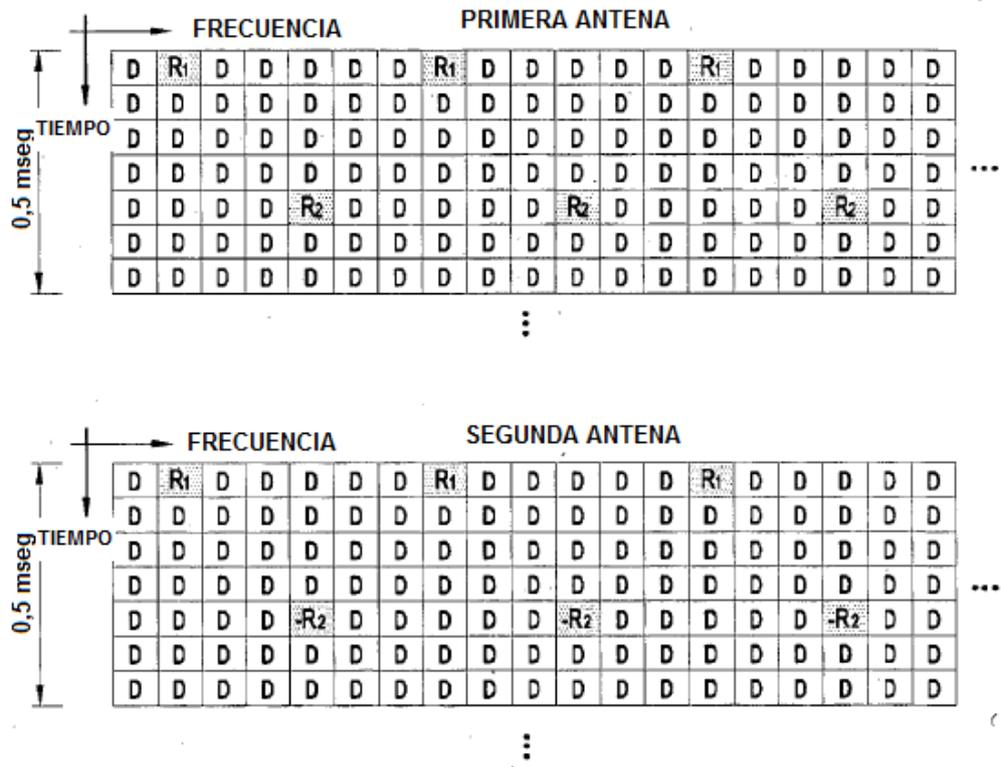
[Fig. 1]



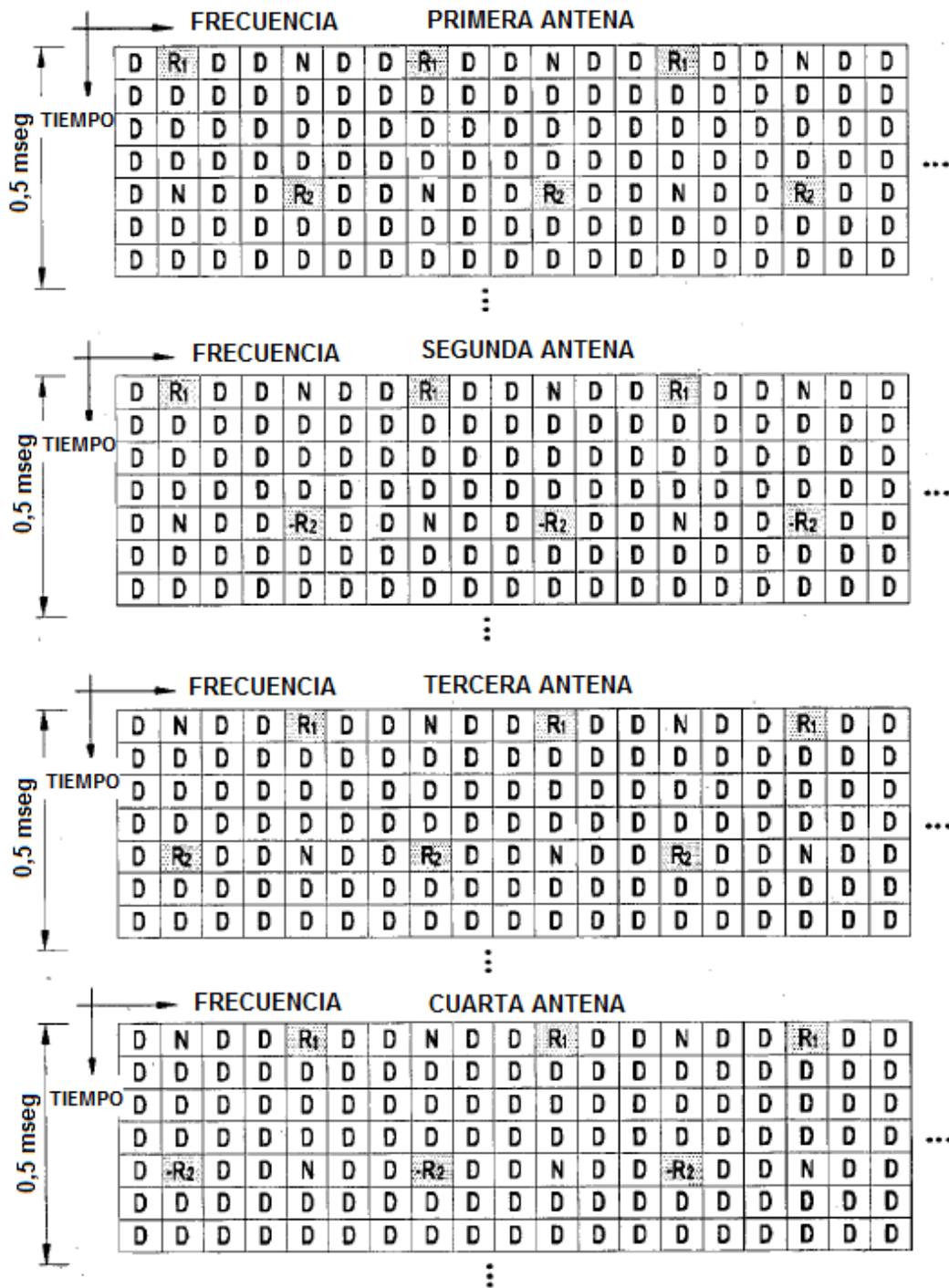
[Fig. 2]



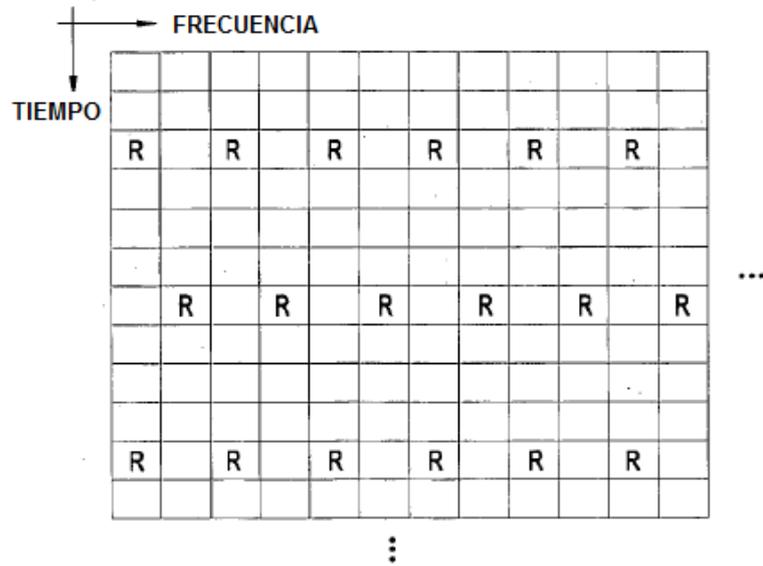
[Fig. 3]



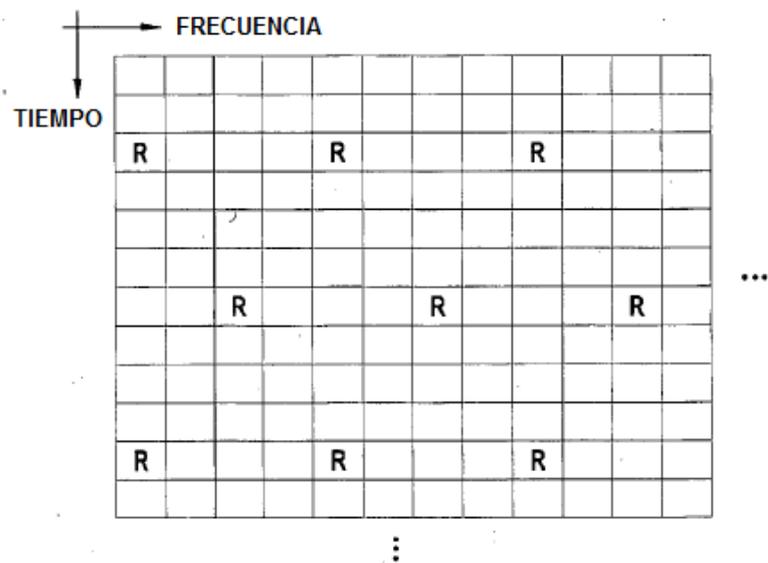
[Fig. 4]



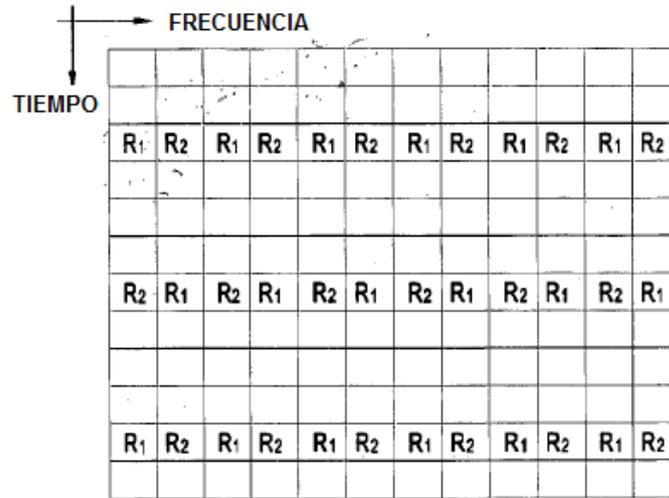
[Fig. 5]



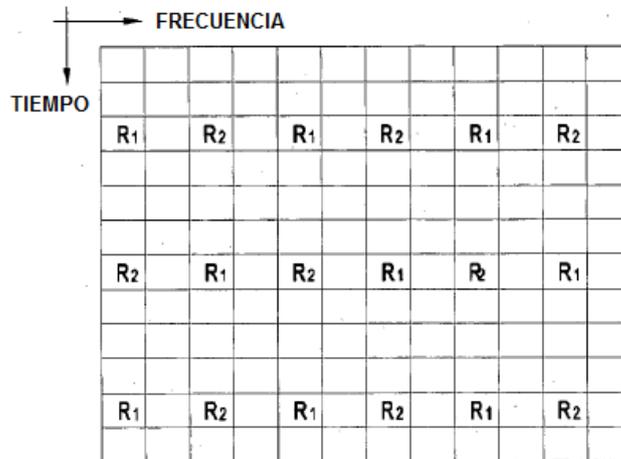
[Fig. 6]



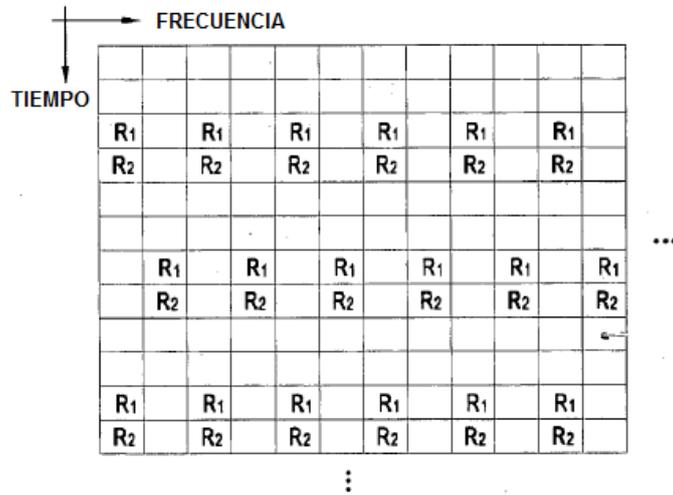
[Fig. 7]



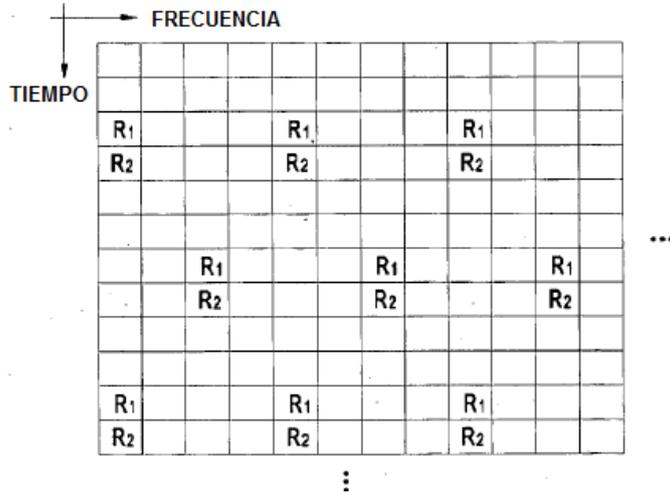
[Fig. 8]



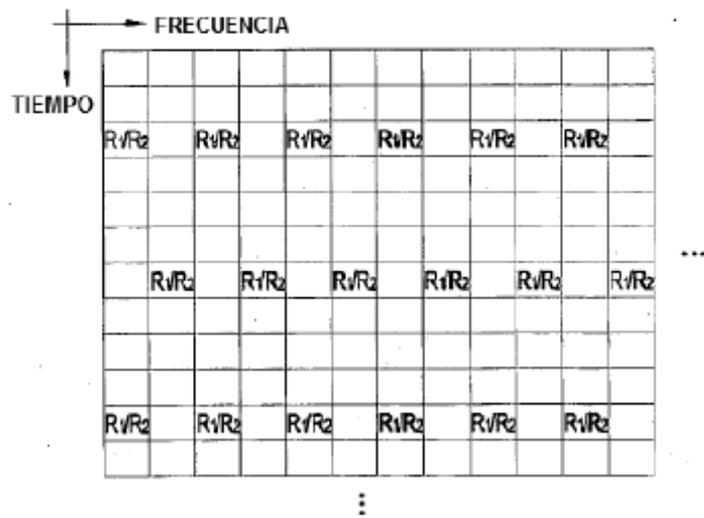
[Fig. 9]



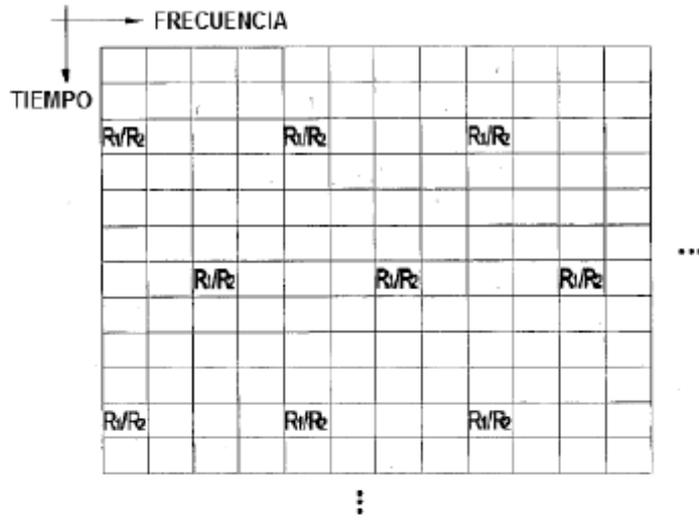
[Fig. 10]



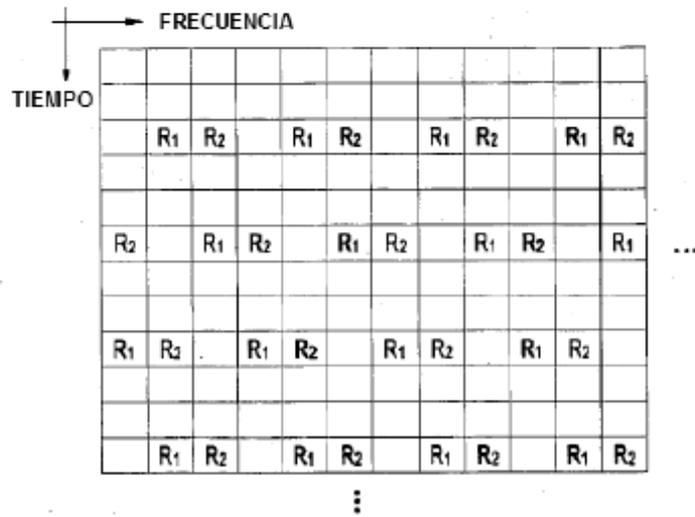
[Fig. 11]



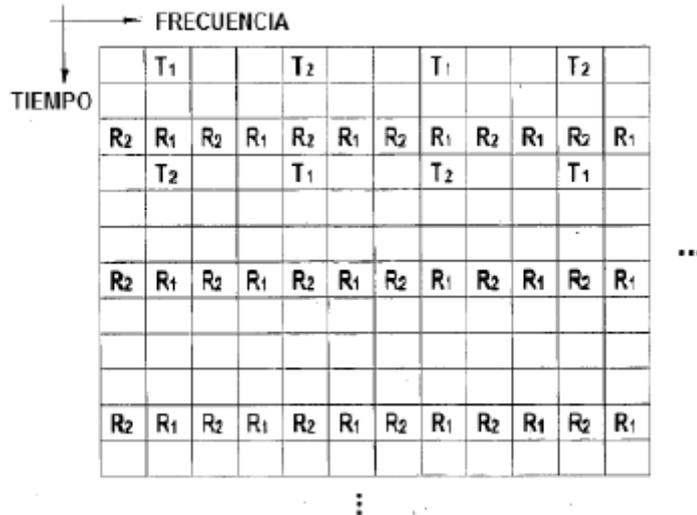
[Fig. 12]



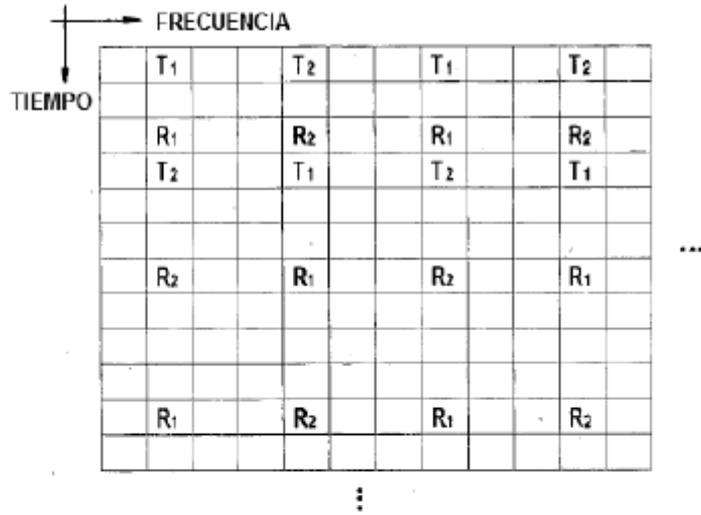
[Fig. 13]



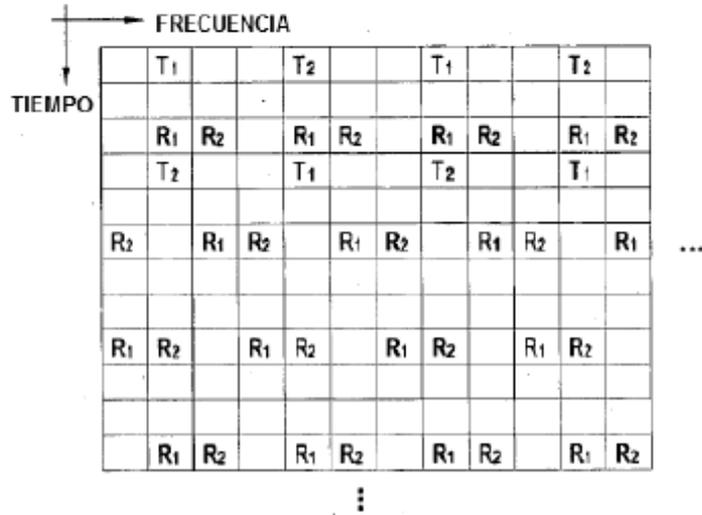
[Fig. 14]



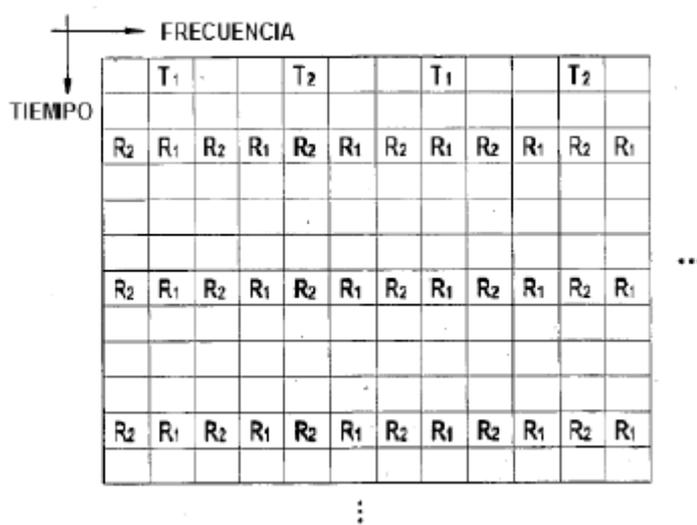
[Fig. 15]



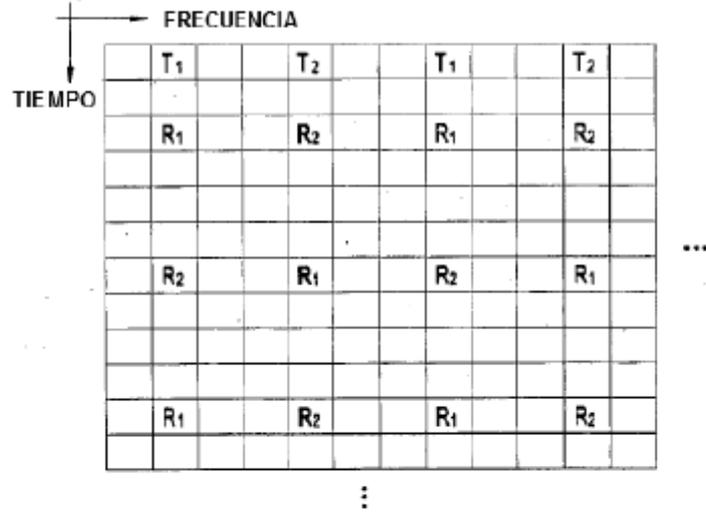
[Fig. 16]



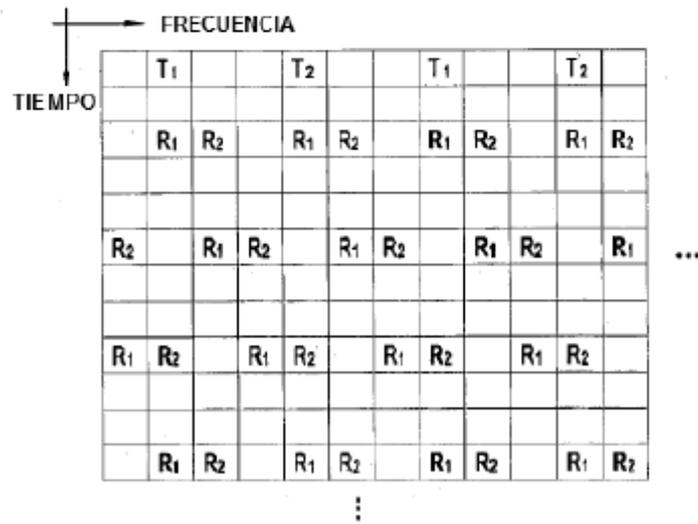
[Fig. 17]



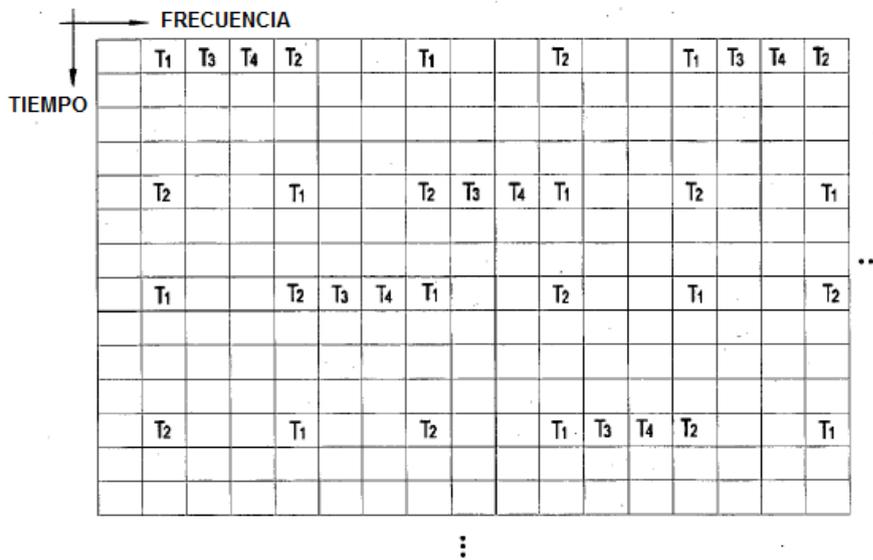
[Fig. 18]



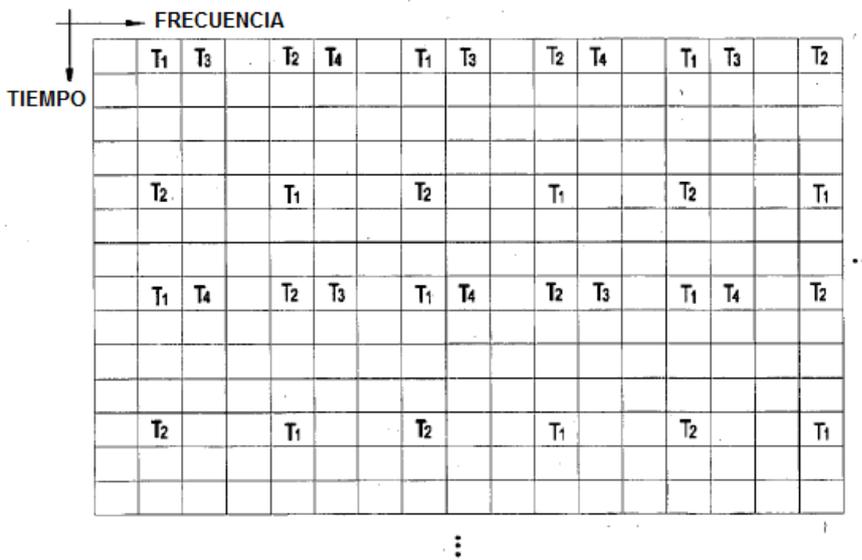
[Fig. 19]



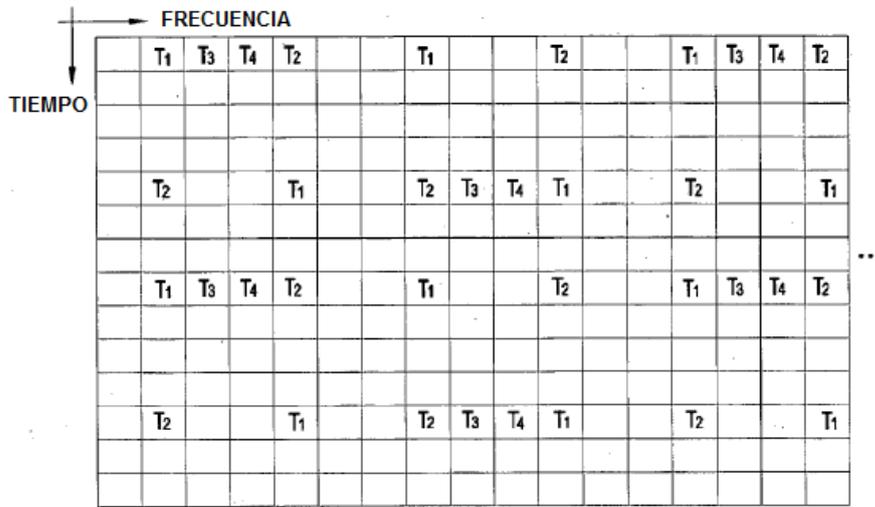
[Fig. 20]



[Fig. 21]

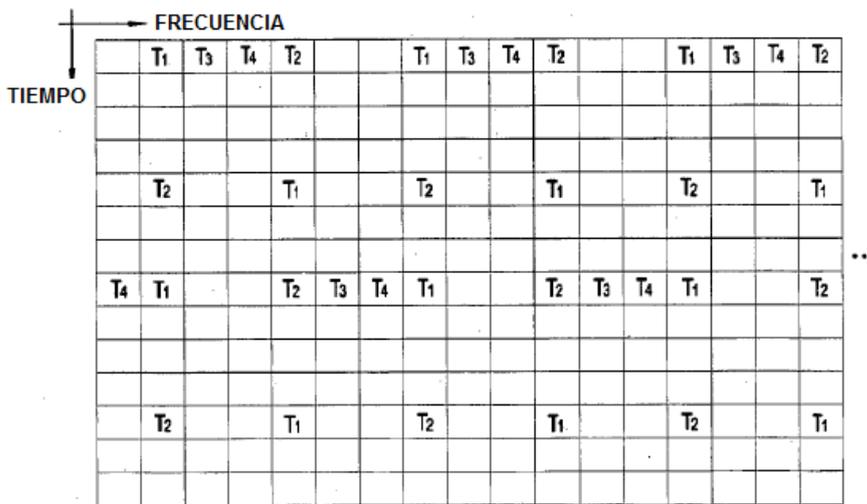


[Fig. 22]



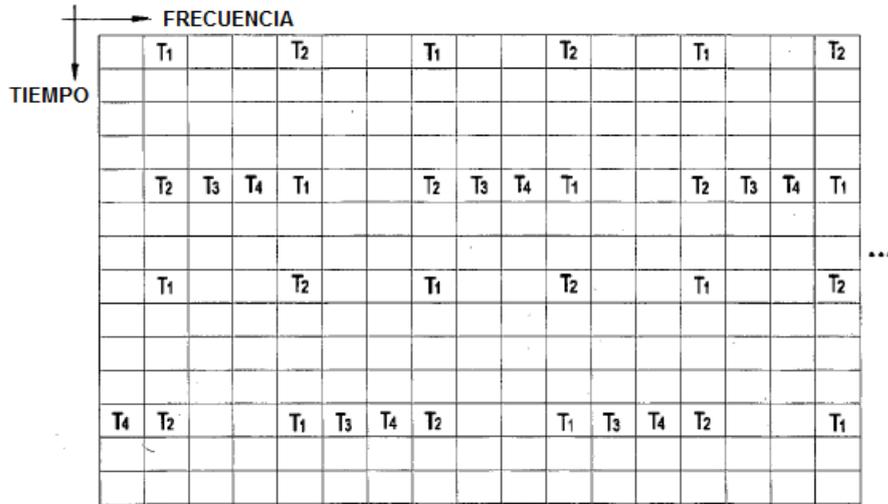
⋮

[Fig. 23]



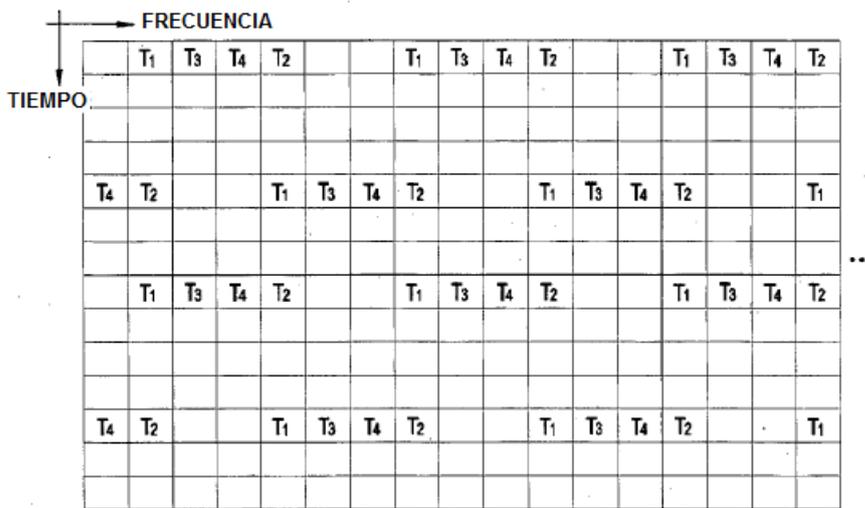
⋮

[Fig. 24]



⋮

[Fig. 25]



⋮

[Fig. 26]



⋮

[Fig. 27]



⋮

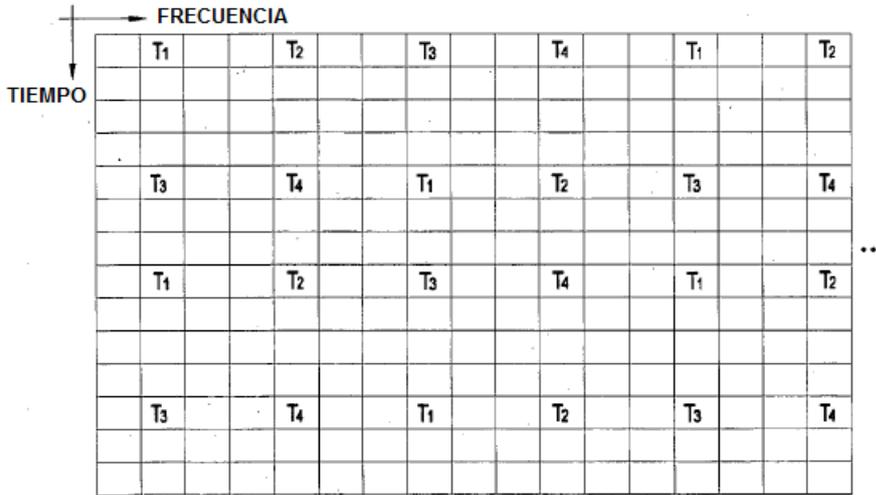
[Fig. 28]



[Fig. 29]



[Fig. 30]



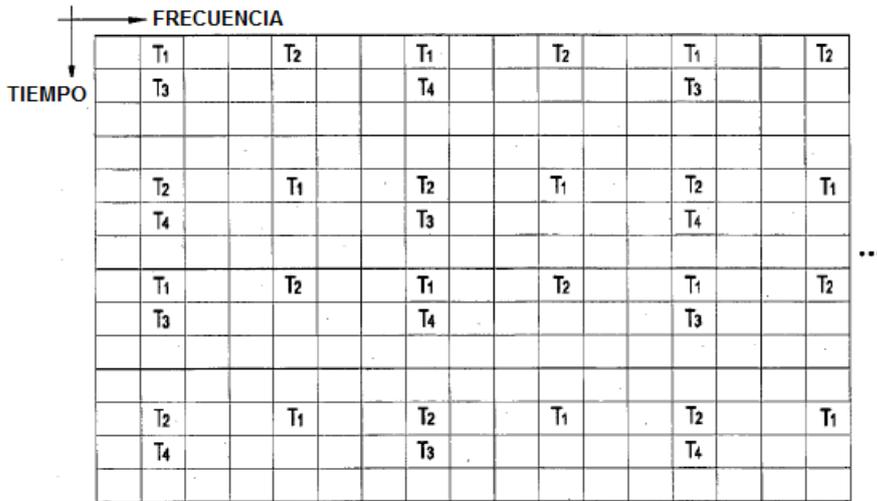
⋮

[Fig. 31]



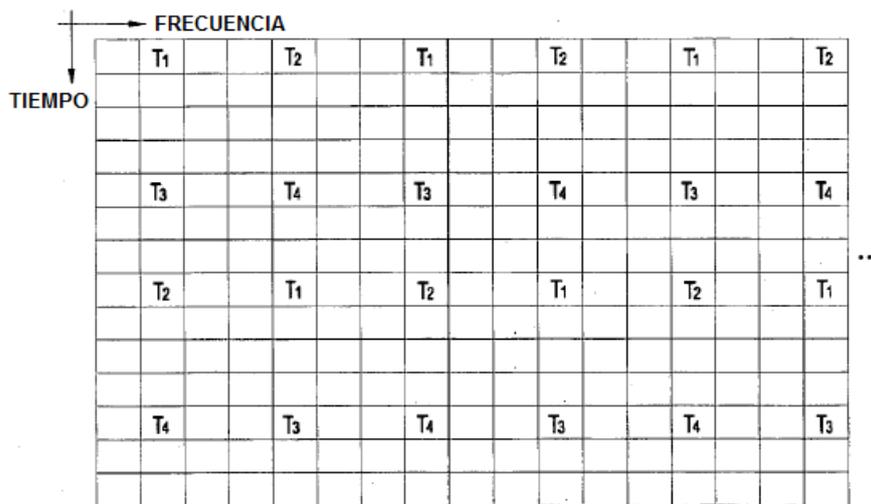
⋮

[Fig. 32]



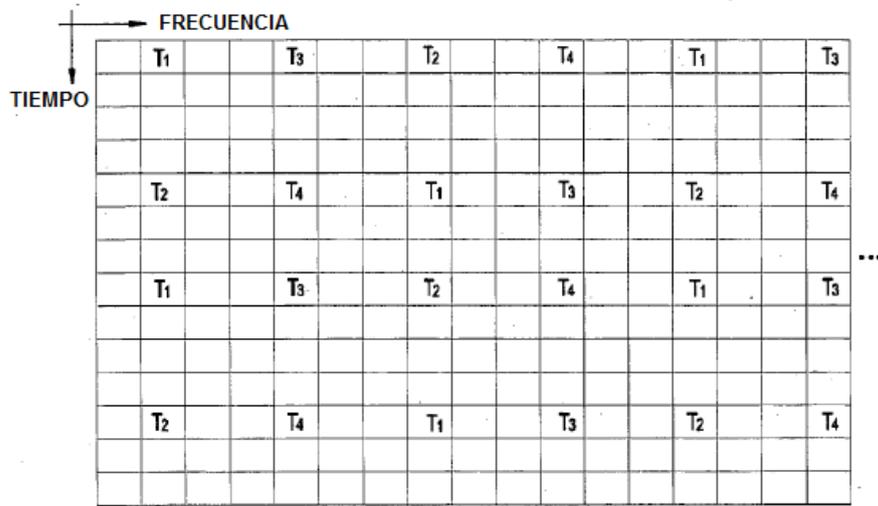
⋮

[Fig. 33]



⋮

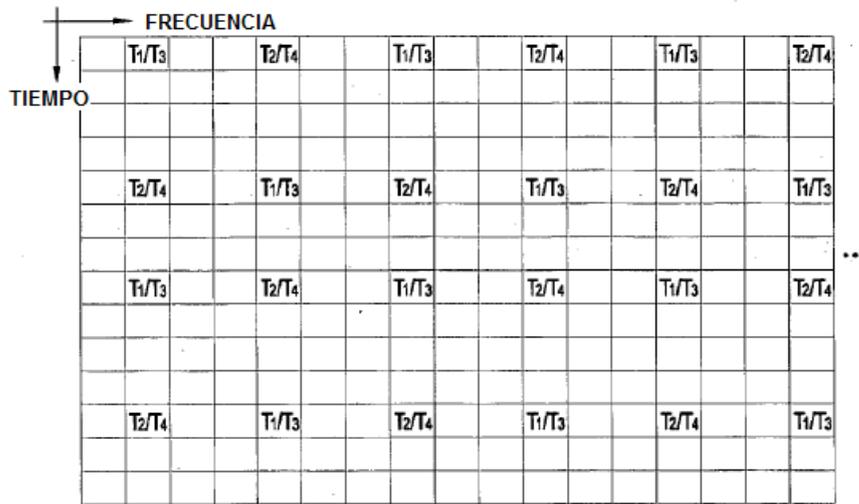
[Fig. 34]



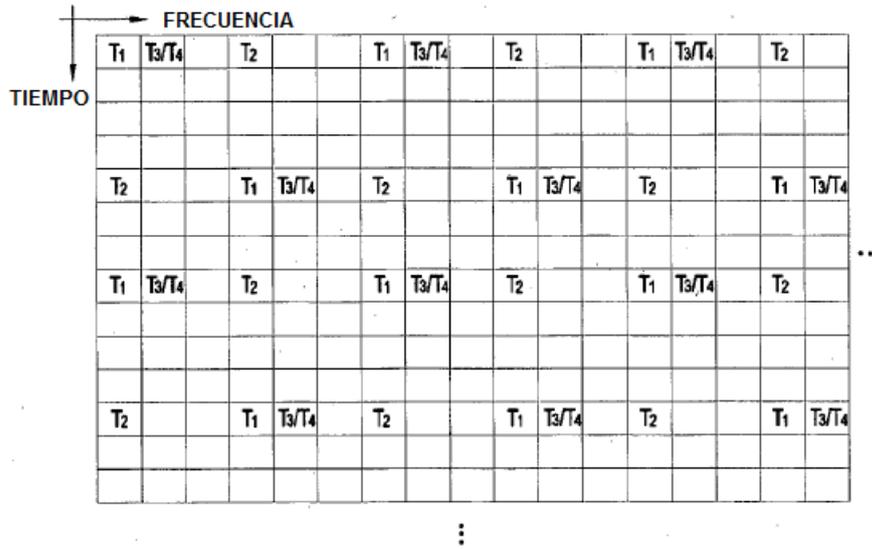
[Fig. 35]



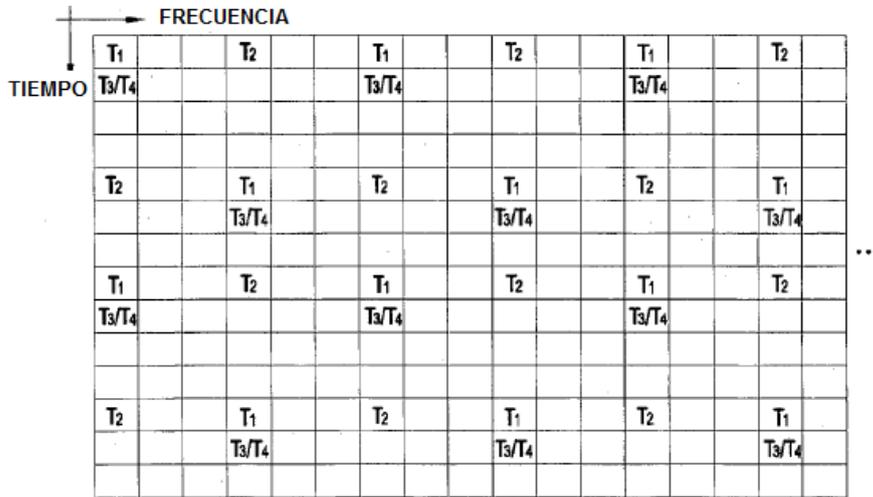
[Fig. 36]



[Fig. 37]



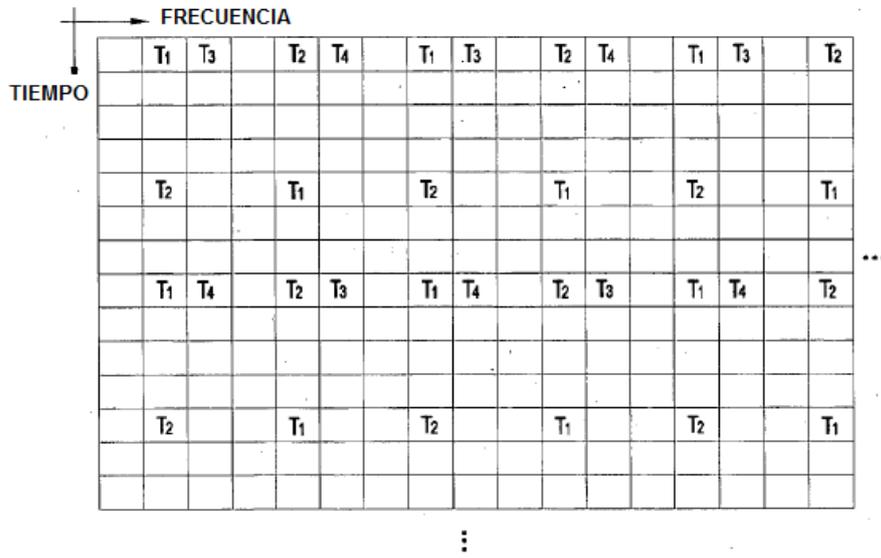
[Fig. 38]



[Fig. 39]



[Fig. 40]



[Fig. 41]

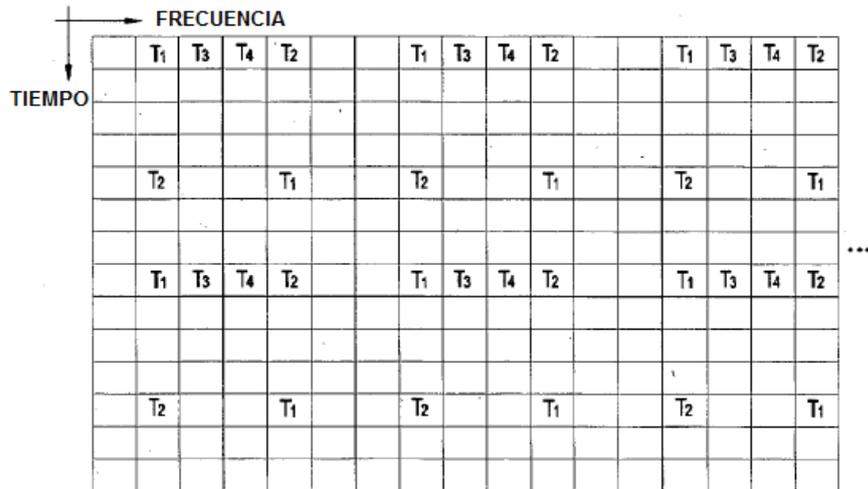


[Fig. 42]



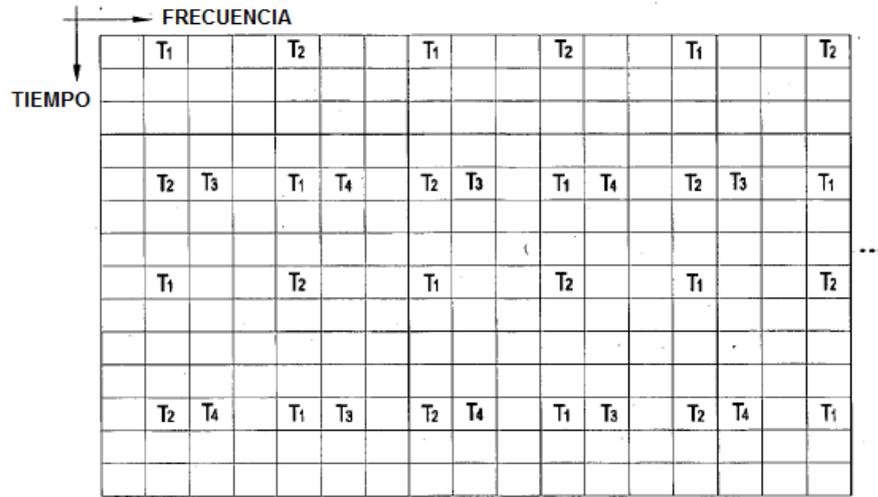
⋮

[Fig. 43]



⋮

[Fig. 44]



⋮

[Fig. 45]



⋮

[Fig. 46]



⋮

[Fig. 47]



⋮

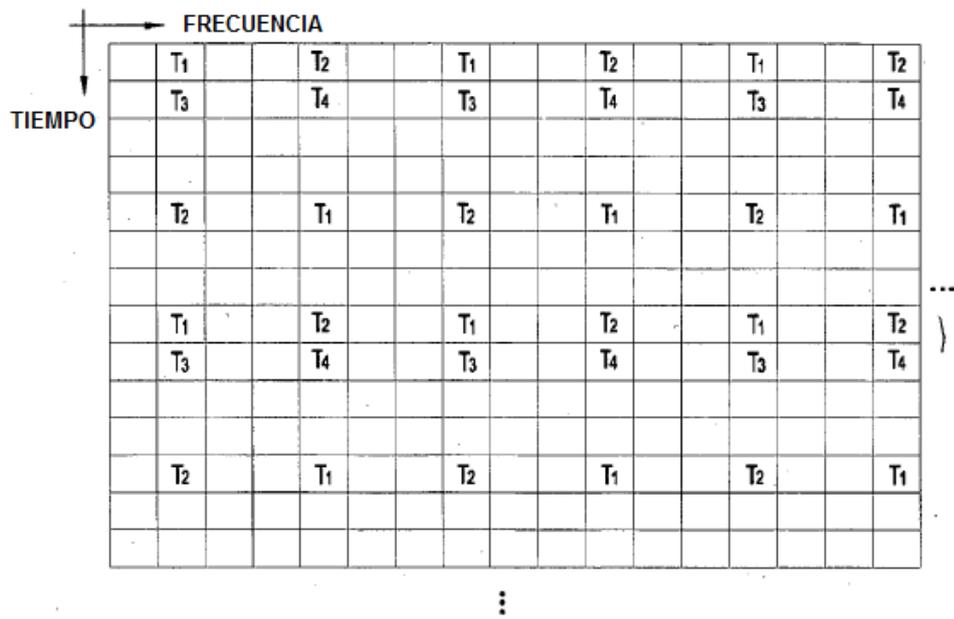
[Fig. 48]



[Fig. 49]



[Fig. 50]



[Fig. 51]



[Fig. 52]



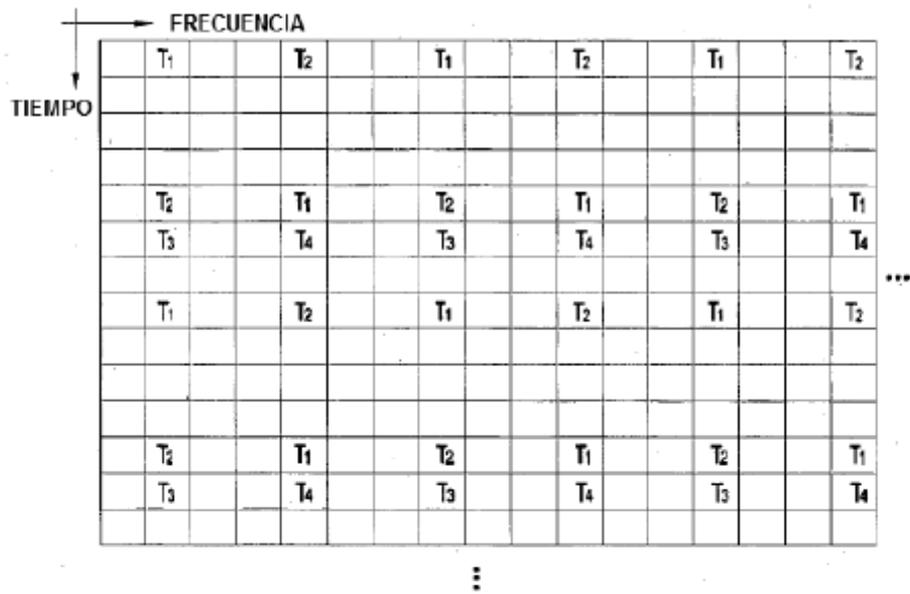
⋮

[Fig. 53]

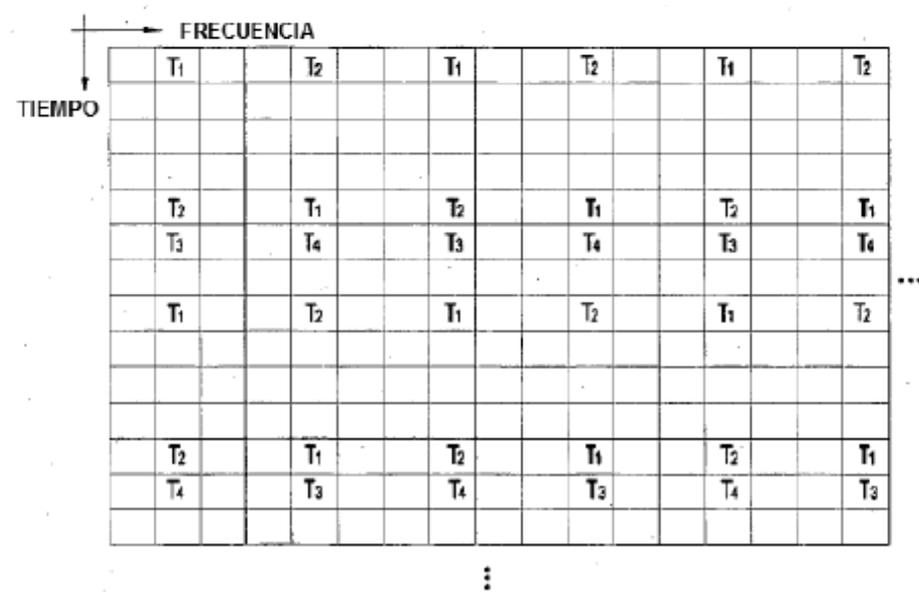


⋮

[Fig. 54]



[Fig. 55]



[Fig. 56]



⋮

[Fig. 57]



⋮

[Fig. 58]



⋮

[Fig. 59]



⋮

[Fig. 60]



⋮

[Fig. 61]



⋮

[Fig. 62]



⋮

[Fig. 63]



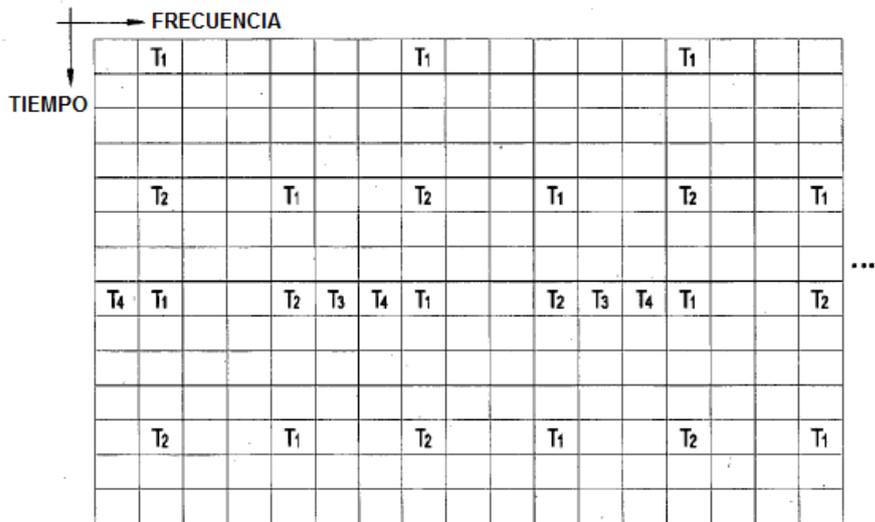
⋮

[Fig. 64]



⋮

[Fig. 65]



⋮

[Fig. 66]



⋮

[Fig. 67]



⋮

[Fig. 68]



⋮

[Fig. 69]

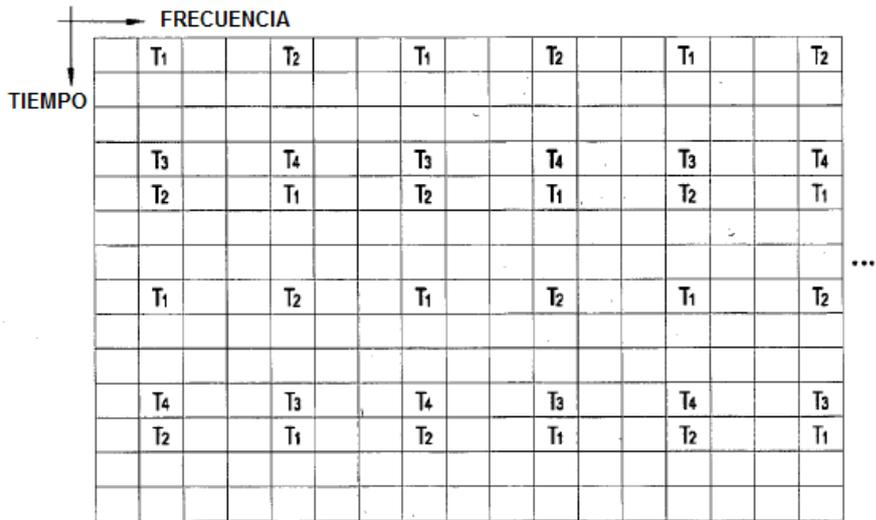


⋮

[Fig. 70]



[Fig. 71]



[Fig. 72]



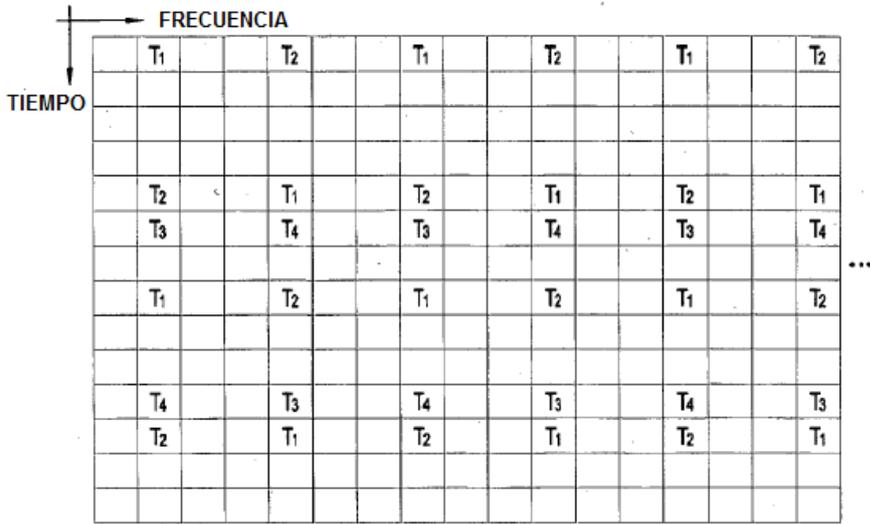
⋮

[Fig. 73]



⋮

[Fig. 74]



⋮

[Fig. 75]



⋮

[Fig. 76]



⋮

[Fig. 77]



⋮

[Fig. 78]



[Fig. 79]



[Fig. 80]

	FRECUCIA								
TIEMPO	T ₁		T ₂		T ₁		T ₂		
	T ₃		T ₄		T ₃		T ₄		T ₃
	T ₂		T ₁		T ₂		T ₁		T ₂
									...
	T ₁		T ₂		T ₁		T ₂		T ₁
	T ₄		T ₃		T ₄		T ₃		T ₄
	T ₂		T ₁		T ₂		T ₁		T ₂

⋮

[Fig. 81]

	FRECUCIA								
TIEMPO	T ₁		T ₂		T ₁		T ₂		
	T ₂		T ₁		T ₂		T ₁		T ₂
	T ₃		T ₄		T ₃		T ₄		T ₃
									...
	T ₁		T ₂		T ₁		T ₂		T ₁
	T ₄		T ₃		T ₄		T ₃		T ₄
	T ₂		T ₁		T ₂		T ₁		T ₂

⋮

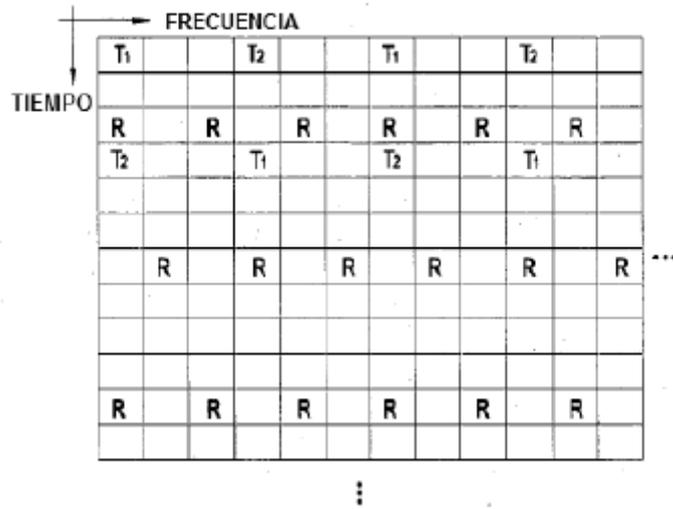
[Fig. 82]



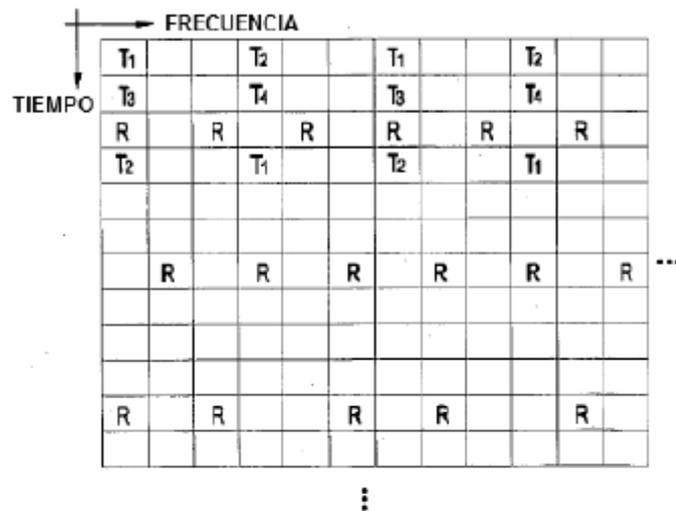
[Fig. 83]



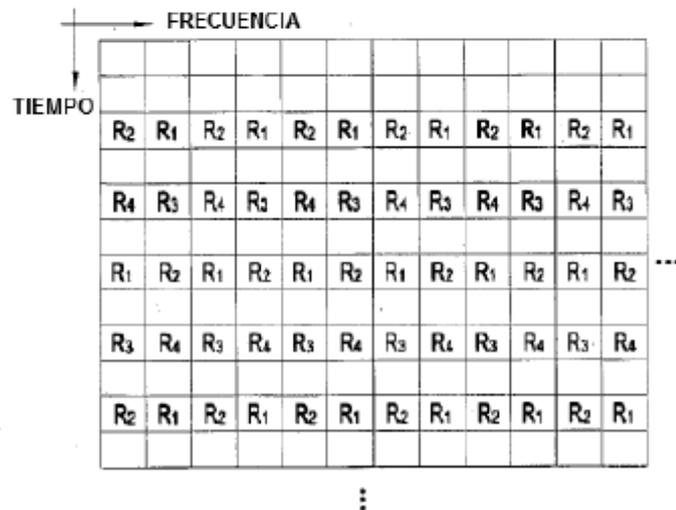
[Fig. 84]



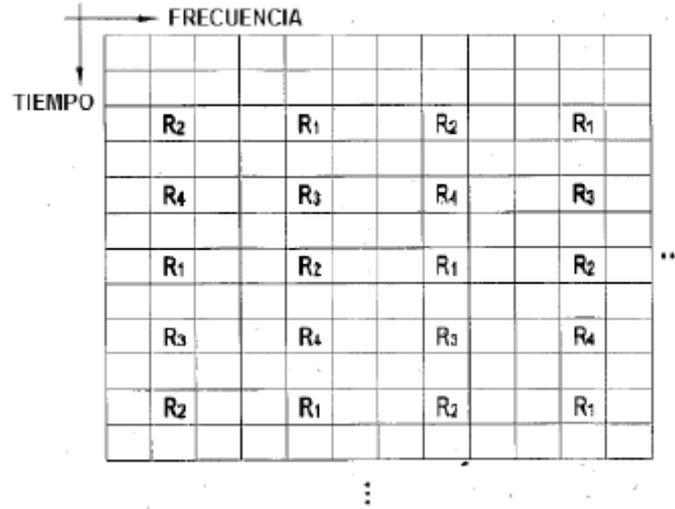
[Fig. 85]



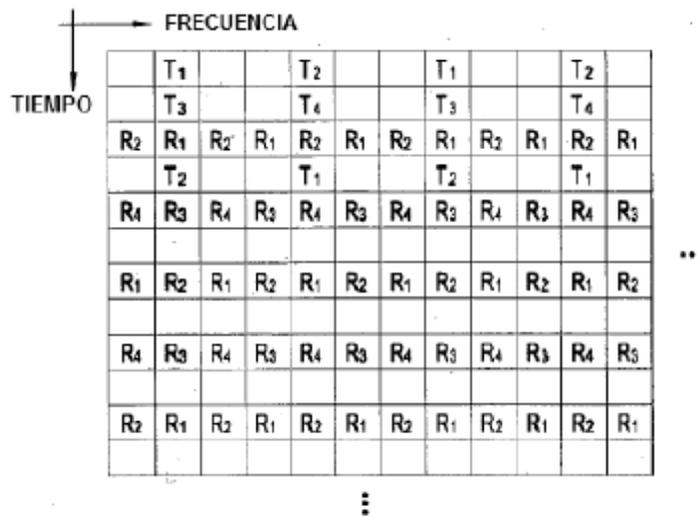
[Fig. 86]



[Fig. 87]



[Fig. 88]



[Fig. 89]

