

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 401 161**

51 Int. Cl.:

H04L 27/26 (2006.01)

H04L 5/00 (2006.01)

H04L 25/02 (2006.01)

H04L 25/03 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.05.2006 E 10011376 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.02.2013 EP 2288099**

54 Título: **Técnica extendida de FDMA para comunicación inalámbrica**

30 Prioridad:

20.05.2005 US 683290 P

16.05.2005 US 691870 P

22.08.2005 US 710418 P

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

17.04.2013

73 Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)

5775 Morehouse Drive

San Diego, California 92121-1714, US

72 Inventor/es:

PALANKI, RAVI y

KHANDEKAR, AAMOD

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 401 161 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

Técnica extendida de FDMA para comunicación inalámbrica

Antecedentes

I. Campo

- 5 La presente revelación se refiere, en general, a la comunicación y, entre otras cosas, a la transmisión de datos en un sistema de comunicación inalámbrica.

II. Antecedentes

10 La multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) es un esquema de multiplexación multiportadora que divide una banda de frecuencia (por ejemplo, el ancho de banda de sistema) en múltiples (K) subbandas ortogonales. Estas subbandas también se denominan tonos, subportadoras, compartimientos, etc. Con la OFDM, cada subbanda está asociada a una subportadora respectiva que puede modularse de manera independiente con datos.

15 La OFDM tiene determinadas características deseables tales como alta eficiencia espectral y robustez contra efectos de multitrayectoria. Sin embargo, un inconveniente importante con la OFDM es una relación alta entre potencia máxima y promedio (PAPR), lo que significa que la relación entre la potencia máxima y la potencia promedio de una onda de OFDM puede ser alta. La PAPR alta para la onda de OFDM proviene de la posible adición en fase de todas las subportadoras cuando se modulan de manera independiente con datos. De hecho, puede demostrarse que la potencia máxima puede ser hasta K veces mayor que la potencia promedio para la OFDM.

20 La PAPR alta para la onda de OFDM no es deseable y puede degradar el rendimiento. Por ejemplo, picos grandes en la onda de OFDM pueden hacer que un amplificador de potencia opere en una región sumamente no lineal o posiblemente se corte, lo que provocaría entonces distorsión de intermodulación y otros fenómenos que pueden degradar la calidad de la señal. La calidad de señal degradada puede afectar de manera adversa el rendimiento para la estimación de canal, la detección de datos, etc. El documento WO 02/49306 describe un procedimiento y aparato para la selección de subportadora para un sistema que emplea acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal.

25 Existe, por lo tanto, la necesidad en la técnica de un esquema de multiplexación que proporcione un buen rendimiento y no tenga una PAPR alta.

Resumen

30 De acuerdo con la invención, se proporciona un aparato de acuerdo con la reivindicación 1, y se proporciona un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8. En la presente memoria se describen técnicas para transmitir datos y señales piloto usando el acceso múltiple por división de frecuencia mejorado (EFDMA). El EFDMA es un esquema de multiplexación que envía símbolos de modulación en el dominio del tiempo, tiene una PAPR más baja que la OFDM y proporciona otras ventajas. Un símbolo de EFDMA (que también se denomina símbolo de transmisión) está formado por múltiples símbolos de modulación y ocupa múltiples grupos de subbandas que están separados en una banda de frecuencia, comprendiendo cada grupo de subbandas múltiples subbandas de frecuencia adyacentes entre el total de K subbandas.

40 En una realización, para generar un símbolo de EFDMA, se aplican múltiples símbolos de modulación en una primera secuencia de símbolos, por ejemplo, en ubicaciones determinadas por los grupos de subbandas usados para el símbolo de EFDMA. Una transformada (por ejemplo, una transformada discreta de Fourier (DFT) o una transformada rápida de Fourier (FFT)) se realiza en la primera secuencia de símbolos para obtener una segunda secuencia de valores. Los valores en la segunda secuencia correspondientes a las subbandas usadas para el símbolo de EFDMA se retienen, y los valores restantes en la segunda secuencia se ponen a cero para obtener una tercera secuencia de valores. Se realiza una transformada inversa (por ejemplo, una DFT inversa (IDFT) o una FFT inversa (IFFT)) en la tercera secuencia para obtener una cuarta secuencia de muestras. Puede aplicarse una rampa de fase en la cuarta secuencia para obtener una quinta secuencia de muestras. El símbolo de EFDMA se genera entonces basándose en la quinta secuencia de muestras, por ejemplo, añadiendo un prefijo cíclico. El símbolo de EFDMA puede generarse también de otras maneras, tal como se describe a continuación. Un receptor realiza el procesamiento complementario para recuperar los símbolos de modulación enviados en el símbolo de EFDMA.

Diversos aspectos y realizaciones de la revelación se describen con mayor detalle a continuación.

Breve descripción de los dibujos

50 Las características y naturaleza de la presente revelación se harán más evidentes a partir de la descripción detallada expuesta a continuación cuando se considere conjuntamente con los dibujos, en los que caracteres de referencia similares identifican de manera correspondiente en toda su extensión.

La FIG. 1 muestra un sistema de comunicación inalámbrica.

La FIG. 2 muestra una estructura de subbandas ejemplar para IFDMA.

La FIG. 3 muestra una estructura de subbandas ejemplar para LFDMA.

La FIG. 4 muestra una estructura de subbandas ejemplar para EFDMA.

5 Las FIGS. 5A y 5B muestran dos procesos para generar un símbolo de EFDMA.

La FIG. 6 muestra conjuntos de subbandas de EFDMA.

La FIG. 7 muestra un conjunto de subbandas variable en el tiempo para EFDMA.

La FIG. 8 muestra un proceso para generar símbolos de EFDMA.

La FIG. 9 muestra un proceso para recibir símbolos de EFDMA.

10 La FIG. 10 muestra un esquema de salto de frecuencia (FH).

La FIG. 11 muestra un diagrama de bloques de un transmisor y un receptor.

La FIG. 12 muestra un diagrama de bloques de un transmisor para generar símbolos de EFDMA.

La FIG. 13 muestra un diagrama de bloques de un receptor para recibir símbolos de EFDMA.

Descripción detallada

15 La palabra “ejemplar” se usa en el presente documento con el significado de “servir como un ejemplo, caso o ilustración”. Cualquier realización o diseño descrito en la presente memoria como “ejemplar” no debe interpretarse necesariamente como preferido o ventajoso respecto a otras realizaciones o diseños.

20 La FIG. 1 muestra un sistema 100 de comunicación inalámbrica con múltiples estaciones 110 base y múltiples terminales 120. Una estación base es por lo general una estación fija que se comunica con los terminales y puede denominarse también un punto de acceso, un Nodo B, o con algún otro término. Cada estación 110 base proporciona cobertura de comunicación para una zona 102 geográfica particular. El término “célula” puede referirse a una estación base y/o a su zona de cobertura, según el contexto en el que se use el término. Para mejorar la capacidad del sistema, una zona de cobertura de estación base puede dividirse en múltiples zonas más pequeñas, por ejemplo, tres zonas 104a, 104b, y 104c más pequeñas. Estas zonas más pequeñas se definen mediante diferentes haces de antena formados por múltiples antenas para la estación base. A cada zona más pequeña se da servicio mediante un subsistema de transceptor base (BTS) respectivo. El término “sector” puede hacer referencia a un BTS y/o a su zona de cobertura, según el contexto en el que se use el término. Para una célula sectorizada, los BTS para todos los sectores de esa célula se colocan normalmente dentro de la estación base para la célula.

30 Los terminales 120 están normalmente dispersos por todo el sistema, y cada terminal puede ser fijo o móvil. Un terminal puede denominarse también una estación móvil, un equipo de usuario, o con algún otro término. Un terminal puede ser un dispositivo inalámbrico, un teléfono celular, un asistente personal digital (PDA), una tarjeta módem inalámbrica, etc. Cada terminal puede comunicarse con una o posiblemente con múltiples estaciones base por los enlaces directo e inverso en cualquier momento dado. El enlace directo (o enlace descendente) se refiere al enlace de comunicación desde las estaciones base a los terminales, y el enlace inverso (o enlace ascendente) se refiere al enlace de comunicación desde los terminales a las estaciones base. Para mayor simplicidad, la FIG. 1 muestra sólo transmisiones desde los terminales por el enlace inverso.

35 En algunas realizaciones, un controlador 130 de sistema se acopla con estaciones 110 base y proporciona coordinación y control para estas estaciones base. Para una arquitectura distribuida, las estaciones base pueden comunicarse entre sí según sea necesario.

40 El sistema 100 puede utilizar acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA), acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA) y/o algún otro esquema de multiplexación. El SC-FDMA incluye FDMA intercalado (IFDMA) que transmite datos en subbandas que están distribuidas a través de una banda de frecuencia, FDMA localizado (LFDMA) que transmite datos en un grupo de subbandas adyacentes, y FDMA mejorado (EFDMA) que transmite datos en múltiples grupos de subbandas adyacentes. El IFDMA también se denomina FDMA distribuido, y el LFDMA también se denomina FDMA de banda estrecha, FDMA clásico y FDMA. El OFDMA utiliza la OFDM. Los símbolos de modulación se envían en el dominio del tiempo con IFDMA, LFDMA y EFDMA y, en el dominio de la frecuencia, con la OFDM. En general, el sistema 100 puede utilizar uno o más esquemas de multiplexación para los enlaces directo e inverso. Por ejemplo, el sistema 100 puede utilizar (1) SC-FDMA (por ejemplo, IFDMA, LFDMA o EFDMA) tanto para el enlace directo como para el inverso, (2) una versión de SC-FDMA (por ejemplo, EFDMA) para un enlace y otra versión de SC-FDMA (por ejemplo, IFDMA) para el otro enlace, (3) SC-FDMA para el enlace inverso y OFDMA para el enlace directo o (4) alguna otra combinación de

5 esquemas de multiplexación. El SC-FDMA, el OFDMA y/o algún otro esquema de multiplexación, o una combinación de los mismos, puede usarse para cada enlace para conseguir el rendimiento deseado. Por ejemplo, el SC-FDMA y el OFDMA pueden usarse para un enlace dado, usándose el SC-FDMA para algunas subbandas y usándose el OFDMA en otras subbandas. Puede ser deseable usar el SC-FDMA en el enlace inverso para conseguir una PAPR más baja y relajar los requisitos de amplificador de potencia para los terminales. Puede ser deseable usar el OFDMA en el enlace directo para conseguir potencialmente una capacidad más alta del sistema.

10 La **FIG. 2** muestra una estructura 200 de subbandas ejemplar para el IFDMA. El ancho de banda global del sistema de BW MHz se divide en múltiples (K) subbandas ortogonales a las que se dan índices de 0 a K - 1, donde K puede ser cualquier valor entero. Para mayor simplicidad, en la siguiente descripción para el IFDMA, LFDMA y EFDMA se supone que todas las K subbandas pueden usarse para la transmisión. La separación entre subbandas adyacentes es BW / K MHz. Para la estructura 200 de subbandas, el total de K subbandas se disponen en S entrelazados disjuntos, o no superpuestos. Los S entrelazados son disjuntos porque cada una de las K subbandas pertenece a un solo entrelazado. Para la estructura 200 de subbandas, cada entrelazado contiene N subbandas que se distribuyen de manera uniforme entre las K subbandas totales, las subbandas consecutivas en cada entrelazado están separadas por S subbandas y el entrelazado u contiene la subbanda u como la primera subbanda, donde $K = S \cdot N$ y $u \in \{0, \dots, S - 1\}$.

15 La **FIG. 3** muestra una estructura 300 ejemplar de subbandas para el LFDMA. Para la estructura 300 de subbandas, el total de K subbandas se disponen en S grupos no superpuestos. Cada grupo contiene N subbandas adyacentes, y el grupo v contiene las subbandas de $v \cdot N$ a $(v+1) \cdot N - 1$, donde $K = S \cdot N$ y $v \in \{0, \dots, S - 1\}$.

20 La **FIG. 4** muestra una estructura 400 ejemplar de subbandas para el EFDMA. Para la estructura 400 de subbandas, el total de K subbandas se disponen en S conjuntos no superpuestos. En una realización, el total de K subbandas se distribuyen a los S conjuntos de la siguiente manera. Las K subbandas totales se dividen en primer lugar en múltiples (L) intervalos de frecuencia, conteniendo cada intervalo de frecuencia $P = K/L$ subbandas adyacentes. Cada intervalo de frecuencia se divide adicionalmente en S grupos, conteniendo cada grupo M subbandas adyacentes. Para cada intervalo de frecuencia, las primeras M subbandas se asignan al conjunto 0, las siguientes M subbandas se asignan al conjunto 1, y así sucesivamente, y las últimas M subbandas se asignan al conjunto S-1. El conjunto s , para $s = 0, \dots, S - 1$, incluye por tanto subbandas que tienen índices k que satisfacen lo siguiente:

$$s \cdot M \leq k \text{ módulo } (K/L) < (s + 1) \cdot M . \quad \text{Ec (1)}$$

30 Para la realización descrita anteriormente, cada conjunto contiene L grupos de M subbandas adyacentes, o un total de $N = L \cdot M$ subbandas. Los L grupos para cada conjunto están separados por P subbandas. Cada conjunto de subbandas incluye por tanto múltiples grupos de subbandas adyacentes, estando los grupos de subbandas distribuidos de manera uniforme en la banda de frecuencia. Los S conjuntos de subbandas pueden asignarse hasta a S usuarios diferentes para la transmisión.

35 En general, una estructura de subbandas puede incluir cualquier número de conjuntos, cada conjunto puede contener cualquier número de grupos de subbandas y cualquier número de subbandas, y los conjuntos pueden contener los mismos o diferentes números de subbandas. Para cada conjunto, los grupos de subbandas pueden contener el mismo o un número diferente de subbandas y pueden distribuirse de manera uniforme o no uniforme en el ancho de banda de sistema. Además, L, M, S y N pueden o no ser un número entero divisor de K.

40 El EFDMA, IFDMA y LFDMA son esquemas de SC-FDMA que transmiten símbolos de modulación en el dominio del tiempo y tienen PAPR bajas que pueden compararse con la PAPR de un sistema de portadora única. Esto contrasta con la OFDM, que transmite símbolos de modulación en el dominio de la frecuencia y tiene una PAPR alta. Una ventaja del IFDMA es que cada entrelazado abarca todo el ancho de banda de sistema y por tanto proporciona diversidad de frecuencia. Sin embargo, la estructura de entrelazado también es una desventaja del IFDMA puesto que requiere la estimación de todo el canal de banda ancha, lo que puede ser ineficaz para tamaños pequeños de asignación de subbanda, por ejemplo, para valores de N pequeños. El LFDMA no tiene esta desventaja puesto que se envía una transmisión en un grupo de subbandas contiguas. Sin embargo, el LFDMA no proporciona diversidad de frecuencia debido a su naturaleza de banda estrecha. Además, el IFDMA y el LFDMA no proporcionan normalmente diversidad de interferencia puesto que pueden asignarse a un usuario en un sector las mismas subbandas que a un usuario interferente en un sector vecino. El EFDMA puede proporcionar la diversidad de frecuencia del IFDMA y el rendimiento de estimación de canal del LFDMA. El EFDMA puede proporcionar también diversidad de interferencia al tiempo que logra una PAPR más baja que un sistema basado en OFDM.

50 La **FIG. 5A** muestra un proceso 500 para generar un símbolo de EFDMA para un conjunto de subbandas. Para mayor simplicidad, la FIG. 5A muestra un caso sencillo con $K = 16$ subbandas en total, conteniendo el conjunto de

subbandas $L = 4$ grupos de subbandas, conteniendo cada grupo $M = 2$ subbandas adyacentes, y conteniendo el conjunto un total de $N = 8$ subbandas. No obstante, pueden utilizarse otros números de subbandas, conjuntos de subbandas, grupos de subbandas, y subbandas adyacentes.

5 Una secuencia original de N símbolos de modulación que van a transmitirse en un periodo de símbolo en el conjunto de subbandas se indica como $\{d_n\} = \{d_0, d_1, d_2, \dots, d_{N-1}\}$ (bloque 510). Los N símbolos de modulación se aplican en N ubicaciones de muestra en una secuencia $\{x_n\}$. La secuencia $\{x_n\}$ tiene un total de K ubicaciones de muestra a las que se dan índices de $n = 0$ a $K-1$. Las ubicaciones de muestra que se aplican en símbolos de modulación tienen índices n que satisfacen lo siguiente:

$$n \text{ módulo } (K/M) < L . \quad \text{Ec (2)}$$

10 Para el ejemplo mostrado en la FIG. 5A, $K/M = 8$, $L = 4$ y $n = 0, 1, 2, 3, 8, 9, 10$ y 11 satisfacen la ecuación (2). Por tanto, los 8 símbolos de modulación se aplican en ubicaciones de muestra $n = 0, 1, 2, 3, 8, 9, 10$ y 11 . Los valores cero se aplican en las restantes $K - N$ ubicaciones de muestra para obtener la secuencia de K muestras $\{x_n\}$ (bloque 512).

15 La secuencia de K muestras, $\{x_n\}$, se transforma entonces al dominio de la frecuencia con una DFT de K puntos para obtener una secuencia de K valores del dominio de la frecuencia, $\{X_k\}$ (bloque 514). Se retienen N valores del dominio de la frecuencia y los restantes $K-N$ valores del dominio de la frecuencia se sustituyen con ceros para formar una secuencia de K valores, $\{Y_k\}$ (bloque 516). Los valores del dominio de la frecuencia que se retienen son para las N subbandas usadas para la transmisión. Estas subbandas tienen índices k que satisfacen lo siguiente:

$$k \text{ módulo } (K/L) < M . \quad \text{Ec (3)}$$

20 Para el ejemplo mostrado en la FIG. 5A, $K/L = 4$, $M = 2$ y $k = 0, 1, 4, 5, 8, 9, 12$ y 13 satisfacen la ecuación (3). Por tanto, se retienen los valores del dominio de la frecuencia para las subbandas $k = 0, 1, 4, 5, 8, 9, 12$ y 13 , y se aplican ceros en las subbandas $k = 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14$ y 15 .

25 La secuencia de K valores, $\{Y_k\}$, se transforma entonces al dominio del tiempo con una IDFT de K puntos para obtener una secuencia de K muestras del dominio del tiempo, $\{y_n\}$ (bloque 518). La secuencia de K muestras, $\{y_n\}$, se multiplica entonces por una rampa de fase para obtener una secuencia de K muestras de salida, $\{z_n\}$ (bloque 520). Cada muestra de salida en la secuencia $\{z_n\}$ puede generarse de la siguiente manera:

$$z_n = y_n \cdot e^{-j2\pi n s M / K} , \quad \text{para } n = 0, \dots, K-1 , \quad \text{Ec (4)}$$

donde y_n es la n -ésima muestra en la secuencia $\{y_n\}$, z_n la n -ésima muestra en la secuencia $\{z_n\}$, y $s \cdot M$ es la primera subbanda usada para la transmisión. La multiplicación por la rampa de fase $e^{-j2\pi n s M / K}$ en el dominio del tiempo da como resultado que la secuencia $\{z_n\}$ ocupe el conjunto s de subbandas en el dominio de la frecuencia.

30 Las últimas C muestras de salida de la secuencia $\{z_n\}$ se copian al principio de la secuencia para formar un símbolo de EFDMA que contenga $K + C$ muestras de salida (bloque 522). Las C muestras de salida copiadas a menudo se denominan prefijo cíclico o intervalo de guarda, y C es la longitud de prefijo cíclico. El prefijo cíclico, que puede utilizarse o no, se usa para combatir la interferencia entre símbolos (ISI) provocada por desvanecimiento selectivo de frecuencia. Las $K + C$ muestras de salida del símbolo de EFDMA se transmiten en $K + C$ periodos de muestra, una muestra de salida en cada periodo de muestra. Un periodo de símbolo de EFDMA (o simplemente, un periodo de símbolo) es la duración de un símbolo de EFDMA y es igual a $K + C$ periodos de muestra. Un periodo de muestra también se denomina un periodo de segmento.

40 La FIG. 5A muestra una transformación ejemplar para generar un símbolo de EFDMA. Esta transformación da como resultado que y_n sea igual a x_n para todas las ubicaciones de muestra donde x_n no es cero. La secuencia $\{y_n\}$ contiene por tanto los N símbolos de modulación en la secuencia $\{d_n\}$ original, lo que puede simplificar el procesamiento en un receptor. La secuencia $\{y_n\}$ contiene adicionalmente $K-N$ muestras interpoladas que se construyen mediante "interpolación" entre las ubicaciones distintas de cero de $\{x_n\}$ usando una operación de DFT.

45 La FIG. 5B muestra otro proceso 502 para generar un símbolo de EFDMA para un conjunto de subbandas. Para mayor simplicidad, la FIG. 5B también muestra un caso sencillo con $K = 16$ subbandas en total, conteniendo el conjunto de subbandas $L = 4$ grupos de subbandas, y conteniendo cada grupo $M = 2$ subbandas adyacentes. No obstante, pueden utilizarse otros números de subbandas, conjuntos de subbandas, grupos de subbandas, y

subbandas adyacentes.

Una secuencia original de N símbolos de modulación que van a transmitirse en un periodo de símbolo en el conjunto de subbandas se indica como $\{d_n\} = \{d_0, d_1, d_2, \dots, d_{N-1}\}$ (bloque 530). La secuencia de N símbolos de modulación, $\{d_n\}$, se transforma al dominio de la frecuencia con una DFT de N puntos para obtener una secuencia de N valores del dominio de la frecuencia, $\{D_K\}$ (bloque 532). Los N valores del dominio de la frecuencia se aplican en N subbandas usadas para la transmisión, y se aplican ceros en las restantes K-N subbandas para formar una secuencia de K valores, $\{Z_k\}$ (bloque 534). Para el ejemplo mostrado en la FIG. 5B, $s=1$, $K/M=8$, $L=4$ y las subbandas usadas para la transmisión tienen índices de $k=2, 3, 6, 7, 10, 11, 14$ y 15 . Por tanto, los 8 valores del dominio de la frecuencia se aplican en las subbandas $k=2, 3, 6, 7, 10, 11, 14$ y 15 , y se aplican ceros en las subbandas $k=0, 1, 4, 5, 8, 9, 12$ y 13 .

La secuencia de K valores, $\{Z_k\}$, se transforma entonces al dominio del tiempo con una IDFT de K puntos para obtener una secuencia de K muestras del dominio del tiempo, $\{z_n\}$ (bloque 536). Las últimas C muestras de salida de la secuencia $\{z_n\}$ se copian al principio de la secuencia para formar un símbolo de EFDMA que contiene K + C muestras de salida (bloque 538).

La figura 5B muestra otra transformación ejemplar para generar un símbolo de EFDMA. La secuencia $\{z_n\}$ generada mediante el proceso 502 en la FIG. 5B tiene características espectrales y temporales similares a las de la secuencia $\{z_n\}$ generada mediante el proceso 500 de la FIG. 5A. Sin embargo, las muestras en la secuencia $\{z_n\}$ generadas por el proceso 502 pueden no ser iguales a las correspondientes muestras en la secuencia $\{z_n\}$ generadas mediante el proceso 500.

En la FIG. 5A, las ubicaciones que contienen símbolos de modulación en la secuencia $\{x_n\}$ pueden indicarse con el conjunto N_d , y las subbandas usadas para la transmisión pueden indicarse con el conjunto K_d . La secuencia $\{x_n\}$ es tal que $x_n = 0$ para $n \notin N_d$. La transformación puede ser tal que la secuencia $\{y_n\}$ sea igual a la secuencia $\{x_n\}$ para todas las ubicaciones de muestra en el conjunto N_d . Esta condición puede expresarse como:

$$y_n = x_n \quad \text{para } n \in N_d . \quad \text{Ec (5)}$$

La transformación puede ser también tal que la secuencia $\{Y_k\}$ sea igual a la secuencia $\{X_k\}$ para todas las subbandas en el conjunto K_d y sea igual a cero para otras subbandas. Esta condición puede expresarse como:

$$Y_k = \begin{cases} X_k & \text{para } k \in K_d , \\ 0 & \text{para } k \notin K_d . \end{cases} \quad \text{Ec (6)}$$

La secuencia $\{x_n\}$ puede representarse como un vector de dimensión $K \times 1$, $\underline{x} = [x_0, x_1, \dots, x_{K-1}]^T$, y la secuencia $\{y_n\}$ puede representarse como un vector de dimensión $K \times 1$, $\underline{y} = [y_0, y_1, \dots, y_{K-1}]^T$, donde $\overset{\text{T}}{}$ indica una traspuesta. La transformación de \underline{x} a \underline{y} puede expresarse por tanto como:

$$\underline{y} = \underline{A} \cdot \underline{x} , \quad \text{Ec (7)}$$

donde \underline{A} es una matriz de transformación de dimensión $K \times K$. En una realización, la matriz de transformación \underline{A} se define como:

$$\underline{A} = \underline{Q}^{-1} \cdot \underline{D} \cdot \underline{Q} , \quad \text{Ec (8)}$$

donde \underline{Q} es una matriz de transformada de dimensión $K \times K$, \underline{Q}^{-1} es una matriz de transformada inversa de dimensión $K \times K$, y \underline{D} es una matriz diagonal de dimensión $K \times K$. Las K columnas de la matriz \underline{D} corresponden al

total de K subbandas. La matriz **D** tiene unos a lo largo de la diagonal para las columnas correspondientes a las subbandas usadas para la transmisión y ceros en otras partes. Para la realización mostrada en la FIG. 5A, **Q** es una matriz de Fourier de dimensión K×K cuyo elemento de orden (k, n), $w_{k,n}$, se define como:

$$w_{k,n} = e^{-j2\pi k n / K}, \quad \text{para } k = 0, \dots, K-1 \text{ y } n = 0, \dots, K-1. \quad \text{Ec (9)}$$

5

La matriz de transformación **A** puede definirse también basándose en otras matrices de transformada en lugar de la matriz de Fourier. La matriz de transformación **A** puede definirse de modo que el elemento de orden (n_2, n_1) de la matriz **A**, $A(n_2, n_1)$, sea igual a $\delta(n_2 - n_1)$ para todos los n_1 y n_2 que estén en el conjunto N_d . Esta condición garantiza que $y_n = x_n$ para $n \in N_d$.

10

Un símbolo de EFDMA puede generarse también de otras maneras y con otras transformaciones, y esto está dentro del ámbito de la revelación.

Para el EFDMA, los símbolos de modulación en la secuencia $\{d_n\}$ original pueden ser muestras del símbolo de EFDMA que va a transmitirse. Por tanto, tras la igualación en un receptor, el EFDMA tiene un rendimiento similar al de los esquemas de FDMA de portadora única, tales como IFDMA y LFDMA. Un receptor de EFDMA puede usar esquemas de igualación del dominio de la frecuencia aplicables para el IFDMA o LFDMA y puede ser capaz de conseguir un rendimiento similar en ausencia de errores de estimación de canal. El EFDMA es idéntico al LFDMA cuando $L = 1$ y es idéntico al IFDMA cuando $M = 1$. Además, el EFDMA se reduce a una transmisión clásica de portadora única cuando $S = 1$ y $L \cdot M = K$.

15

En una realización, se definen S conjuntos de subbandas para el EFDMA (por ejemplo, como se muestra en la FIG. 4), y los sectores vecinos usan estos mismos S conjuntos de subbandas para la transmisión. Para esta realización, un usuario u_1 al que se le asigna el conjunto s de subbandas en un sector observa interferencia de otro usuario u_2 al que se asigna el mismo conjunto s de subbandas en un sector vecino. Además, el usuario u_1 observa interferencia del usuario u_2 en todas las N subbandas en el conjunto s. Si se usa el salto de frecuencia, entonces el usuario u_1 observa interferencia del usuario u_2 sólo en ranuras de tiempo en las que se ha asignado a ambos usuarios el mismo conjunto de subbandas.

20

25

En otra realización, se definen S conjuntos de subbandas para cada sector, y se definen diferentes conjuntos de subbandas para sectores vecinos. Para esta realización, un conjunto de subbandas para un sector dado puede superponerse parcialmente, aunque no completamente, con cualquier conjunto de subbandas para un sector vecino. Por lo tanto, ningún conjunto de subbandas para un sector dado contiene todas las subbandas en cualquier conjunto de subbandas para un sector vecino. Para esta realización, un usuario u_1 al que se ha asignado un conjunto s de subbandas en un sector puede observar interferencia de otro usuario u_2 en un sector vecino, en alguna de, aunque no en todas, las subbandas en el conjunto s. Esta realización proporciona diversidad de interferencia puesto que el usuario u_1 no observa interferencia de un único usuario en otro sector entre todas las subbandas asignadas al usuario u_1 .

30

35

La FIG. 6 muestra una estructura 600 ejemplar de subbandas de EFDMA. Para el ejemplo mostrado en la FIG. 6, $L = 2$ y cada conjunto de subbandas contiene dos grupos de M subbandas. Para el sector 1, el conjunto 0 de subbandas contiene subbandas de 0 a M-1 y de K/2 a K/2+M-1. Para el sector 2, el conjunto 0 de subbandas contiene subbandas de 0 a M-1 y de K/4 a K/4+M-1. Para el sector 3, el conjunto 0 de subbandas contiene subbandas de 0 a M-1 y de K/8 a K/8+M-1. Los conjuntos de subbandas restantes para cada sector pueden definirse de diversas maneras. Por ejemplo, el conjunto 1 de subbandas para el sector 1 puede incluir subbandas de M a 2M-1 y de K/2+M a K/2+2M-1, el conjunto 1 de subbandas para el sector 2 puede incluir subbandas de K/2 a K/2+M-1 y de 3K/4 a 3K/4+M-1, y el conjunto 1 de subbandas para el sector 3 puede incluir subbandas de K/2 a K/2+M-1 y de 5K/8 a 5K/8+M-1. Cada conjunto de subbandas para cada sector puede incluir algunas de, pero no todas, las subbandas en cualquier conjunto de subbandas para cualquier sector vecino.

40

45

Un usuario u_1 al que se ha asignado el conjunto 0 de subbandas en el sector 1 se superpondría parcialmente con otro usuario u_2 al que se ha asignado el conjunto 0 de subbandas en el sector 2 y también se superpondría parcialmente con otro usuario u_3 al que se ha asignado el conjunto 0 de subbandas en el sector 3. El usuario u_1 observaría entonces la interferencia de los usuarios u_2 y u_3 en las subbandas de 0 a M - 1, que estos tres usuarios comparten. El usuario u_1 también se superpondría parcialmente con otros usuarios a los que se han asignado las subbandas de K/2 a K/2+M-1 en los sectores vecinos y también observaría interferencia de estos usuarios en estas subbandas.

50

ES 2 401 161 T3

Para el caso de $L = 2$, la separación entre dos grupos de subbandas puede adoptar valores de $K/2, K/4, K/8, \dots, M$. Por tanto, el nivel de diversidad de interferencia que puede lograrse corresponde aproximadamente a $\log(K/M)$ opciones.

- 5 Los símbolos de EFDMA pueden generarse para los diferentes conjuntos de subbandas en la FIG. 6 de diversas maneras. Para mayor claridad, la siguiente descripción es para el caso con $K = 32$ subbandas totales, conteniendo cada conjunto de subbandas $L = 2$ grupos de subbandas, y conteniendo cada grupo $M = 4$ subbandas adyacentes. El conjunto 0 de subbandas para el sector 1 contiene las subbandas 0, 1, 2, 3, 16, 17, 18 y 19, el conjunto 0 de subbandas para el sector 2 contiene las subbandas 0, 1, 2, 3, 8, 9, 10 y 11, y el conjunto 0 de subbandas para el sector 3 contiene las subbandas 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7.
- 10 Un símbolo de EFDMA para el conjunto 0 de subbandas en el sector 1 puede generarse de la siguiente manera:
1. Aplicar 8 símbolos de modulación en las ubicaciones de muestra 0, 1, 8, 9, 16, 17, 24 y 25, y aplicar ceros en las 24 ubicaciones de muestra restantes;
 2. Realizar una DFT de 32 puntos en la secuencia de 32 muestras para obtener una secuencia de 32 valores del dominio de la frecuencia;
- 15
3. Retener los valores del dominio de la frecuencia para las subbandas 0, 1, 2, 3, 16, 17, 18 y 19 y poner a cero las 24 subbandas restantes;
 4. Realizar una IDFT de 32 puntos en la secuencia de 32 valores para generar una secuencia de 32 muestras del dominio del tiempo; y
 5. Añadir un prefijo cíclico para formar el símbolo de EFDMA para el conjunto 0 de subbandas en el sector 1.
- 20 Un símbolo de EFDMA para el conjunto 0 de subbandas en el sector 2 puede generarse de la siguiente manera:
1. Aplicar 8 símbolos de modulación en las ubicaciones de muestra 0, 2, 8, 10, 16, 18, 24 y 26, y aplicar ceros en las 24 ubicaciones de muestra restantes;
 2. Realizar una DFT de 32 puntos en la secuencia de 32 muestras para obtener una secuencia de 32 valores del dominio de la frecuencia;
- 25
3. Retener los valores del dominio de la frecuencia para las subbandas 0, 1, 2, 3, 8, 9, 10 y 11 y poner a cero las 24 subbandas restantes;
 4. Realizar una IDFT de 32 puntos en la secuencia de 32 valores para generar una secuencia de 32 muestras del dominio del tiempo; y
 5. Añadir un prefijo cíclico para formar el símbolo de EFDMA para el conjunto 0 de subbandas en el sector 2.
- 30 Un símbolo de EFDMA para el conjunto 0 de subbandas en el sector 3 puede generarse de la siguiente manera:
1. Aplicar 8 símbolos de modulación en las ubicaciones de muestra 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24 y 28, y aplicar ceros en las 24 ubicaciones de muestra restantes;
 2. Realizar una DFT de 32 puntos en la secuencia de 32 muestras para obtener una secuencia de 32 valores del dominio de la frecuencia;
- 35
3. Retener los valores del dominio de la frecuencia para las subbandas 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 y poner a cero las 24 subbandas restantes;
 4. Realizar una IDFT de 32 puntos en la secuencia de 32 valores para generar una secuencia de 32 puntos del dominio del tiempo; y
 5. Añadir un prefijo cíclico para formar el símbolo de EFDMA para el conjunto 0 de subbandas en el sector 3.
- 40 Los símbolos de EFDMA pueden generarse también de otras maneras para los sectores 1, 2 y 3. Por ejemplo, puede generarse un símbolo de EFDMA para el conjunto 0 de subbandas en el sector 2 (1) aplicando 8 símbolos de modulación en las ubicaciones de muestra 0, 1, 4, 5, 8, 9, 12 y 13 y aplicando ceros en las ubicaciones de muestra 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14 y 15, (2) realizando una DFT de 16 puntos, (3) poniendo a cero las subbandas 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14 y 15, (4) añadiendo 16 ceros al final para obtener una secuencia de 32 valores, (5) realizando una IDFT de 32
- 45 puntos y (6) añadiendo un prefijo cíclico. El símbolo de EFDMA se genera por tanto inicialmente como si se envía por un conjunto de subbandas formado sobre las primeras $K / 2$ subbandas (o una parte del ancho de banda del sistema) y a continuación se expande para cubrir el total de las K subbandas rellenando con ceros hasta el grado deseado.

Como se muestra en la FIG. 6, los L grupos de subbandas para un conjunto de subbandas dado pueden distribuirse de manera uniforme por el ancho de banda del sistema (por ejemplo, como se muestra para el sector 1) o distribuirse de manera no uniforme por el ancho de banda del sistema (por ejemplo, como se muestra para los sectores 2 y 3).

- 5 En una realización, pueden definirse grupos de subbandas distribuidos de manera no uniforme para un conjunto de subbandas dado de la siguiente manera. El grupo 0 contiene subbandas de $a_0 \cdot L \cdot M$ a $a_0 \cdot (L+1) \cdot M - 1$, el grupo 1 contiene subbandas de $(a_1 \cdot L + 1) \cdot M$ a $(a_1 \cdot L + 2) \cdot M - 1$, el grupo 2 contiene subbandas de $(a_2 \cdot L + 2) \cdot M$ a $(a_2 \cdot L + 3) \cdot M - 1$, y así sucesivamente, donde cada uno entre a_0, a_1, a_2, \dots puede ser cualquier valor entero no negativo. El conjunto puede contener diferentes grupos de subbandas según los valores seleccionados para a_0, a_1, a_2, \dots . El conjunto
- 10 contiene subbandas de $(a_\ell \cdot L + \ell) \cdot M + m$, para $\ell = 0, \dots, L-1$ y $m = 0, \dots, M-1$. Pueden definirse S conjuntos de subbandas basándose en S desplazamientos diferentes. Por ejemplo, a_ℓ puede estar en función del índice de conjunto s y puede definirse como $a_\ell = a \cdot \ell + s$, donde a es un valor fijo para todos los S conjuntos de subbandas. Como ejemplo, para $M = 8, L = 4$ y $a = 5$, el conjunto $s = 0$ contiene las subbandas de 0 a 7, de 50 a 57, de 100 a 107 y de 150 a 157, el conjunto $s = 1$ contiene las subbandas de 8 a 15, de 58 a 63, de 108 a 115 y de 158 a 165, y así sucesivamente.
- 15

Los grupos de subbandas para un conjunto dado pueden ser estáticos, lo que puede simplificar la operación. Los grupos de subbandas para un conjunto dado pueden también variar dinámicamente en el tiempo, lo que puede proporcionar diversidad de interferencia y otros beneficios. Los S conjuntos de subbandas para un sector pueden ser estáticos o pueden variar dinámicamente. Como alternativa, sólo algunos de los conjuntos de subbandas pueden

20 variar dinámicamente y los conjuntos de subbandas restantes pueden ser estáticos.

La FIG. 7 muestra un conjunto ejemplar de subbandas variable en el tiempo para EFDMA. Para el ejemplo mostrado en la FIG. 7, el conjunto de subbandas contiene dos grupos diferentes de M subbandas en diferentes ranuras de tiempo. Para este ejemplo, el conjunto de subbandas contiene las subbandas de 0 a M - 1 y de $K / 2$ a $K / 2 + M - 1$ en la ranura de tiempo 1, las subbandas de $K / 8$ a $K / 8 + M - 1$ y de $3K / 8$ a $3K / 8 + M - 1$ en la ranura de tiempo 2, las

25 subbandas de $K / 4$ a $K / 4 + M - 1$ y de $7K / 8$ a $7K / 8 + M - 1$ en la ranura de tiempo 3, las subbandas de $5K / 8$ a $5K / 8 + M - 1$ y de $3K / 4$ a $3K / 4 + M - 1$ en la ranura de tiempo 4, y así sucesivamente. En general, el conjunto puede contener cualquier grupo de subbandas en cada ranura de tiempo, y no es necesario que los grupos empiecen en un número entero múltiplo de K/8. Pueden definirse otros conjuntos de subbandas de modo que el total de las K subbandas se asignen a los S conjuntos de subbandas.

30 En general, para la diversidad de interferencia, pueden definirse diferentes conjuntos de subbandas para los sectores vecinos. Los S conjuntos de subbandas para cada sector pueden ser estáticos para facilitar la planificación de frecuencia para una red inalámbrica. Como alternativa, los S conjuntos de subbandas para cada sector pueden variar dinámicamente (por ejemplo, como se muestra en la FIG. 7), lo que puede aleatorizar la interferencia. Para cada sector, los L grupos de subbandas para cada conjunto pueden estar separados por cualquier número de

35 subbandas. Además, los grupos de subbandas para cada conjunto pueden ser estáticos o pueden variar dinámicamente (por ejemplo, basándose en una secuencia predeterminada, una secuencia pseudoaleatoria, etcétera).

La diversidad de interferencia puede conseguirse también con el LFDMA. Por ejemplo, los S grupos de subbandas para el sector 1 pueden definirse de modo que el grupo 0 contenga las subbandas de 0 a N-1, el grupo 1 contenga las subbandas de N a 2N-1, el grupo 2 contenga las subbandas de 2N a 3N-1, y así sucesivamente, como se muestra en la FIG. 3. Los S grupos de subbandas para el sector 2 pueden estar escalonados por N / 2 subbandas de los grupos de subbandas para el sector 1. En este caso, para el sector 2, el grupo 0 contiene las subbandas de N / 2 a 3N/2-1, el grupo 1 contiene las subbandas de 3N/2 a 5N/2-1, el grupo 2 contiene las subbandas de 5N/2 a 7N/2-1, y así sucesivamente. Un usuario al que se ha asignado un grupo de subbandas en el sector 1 observaría

40 entonces la interferencia de dos usuarios en el sector 2.

45

La FIG. 8 muestra un proceso 800 para generar símbolos de EFDMA. Los símbolos de modulación se generan, por ejemplo, para datos de tráfico, señalización, piloto, o una combinación de los mismos (bloque 812). Los símbolos de EFDMA (o símbolos de transmisión) se generan entonces para los símbolos de modulación, por ejemplo, como se muestra en la FIG. 5A o 5B. Para mayor claridad, la FIG. 8 muestra la generación de símbolos de EFDMA en base al

50 proceso 500 mostrado en la FIG. 5A.

El bloque 820 muestra el procesamiento para generar un símbolo de EFDMA. Múltiples símbolos de modulación se aplican en una primera secuencia de símbolos, por ejemplo, en ubicaciones determinadas basándose en la ecuación (2) (bloque 822). Se realiza una transformada (por ejemplo, una DFT) en la primera secuencia de símbolos para obtener una segunda secuencia de valores (bloque 824). Se retienen los valores en la segunda secuencia correspondientes a las subbandas usadas para el símbolo de EFDMA, y los valores restantes se ponen a cero para obtener una tercera secuencia de valores (bloque 826). Pueden determinarse las subbandas usadas para el símbolo de EFDMA, por ejemplo, basándose en la ecuación (1) para la estructura de subbandas mostrada en la FIG. 4. Se realiza una transformada inversa (por ejemplo, una IDFT) en la tercera secuencia para obtener una cuarta secuencia

55

de muestras (bloque 828). Puede aplicarse una rampa de fase en la cuarta secuencia de muestras para obtener una quinta secuencia de muestras (bloque 830). El símbolo de EFDMA se genera entonces basándose en la quinta secuencia de muestras, por ejemplo, añadiendo un prefijo cíclico a la quinta secuencia (bloque 832).

5 La **FIG. 9** muestra un proceso 900 para recibir símbolos de EFDMA. Los símbolos de EFDMA se reciben desde un transmisor (bloque 912). Cada símbolo de EFDMA recibido se procesa en el bloque 920 para recuperar los símbolos de modulación enviados en ese símbolo de EFDMA.

Para cada símbolo de EFDMA recibido, el prefijo cíclico se elimina para obtener una primera secuencia de muestras de entrada (bloque 922). Se realiza una transformada (por ejemplo, una DFT de K puntos) en la secuencia de muestras de entrada para obtener una segunda secuencia de valores (bloque 924). Los valores en la segunda secuencia correspondientes a las subbandas usadas para el símbolo de EFDMA recibido se retienen, y se descartan los valores restantes (bloque 926). Los valores retenidos se procesan para obtener estimaciones de símbolo para los símbolos de modulación enviados en el símbolo de EFDMA recibido. Este procesamiento puede realizarse de diferentes maneras según la manera en la que se envían los símbolos de modulación, la manera en la que se genera el símbolo de EFDMA, etcétera. Por ejemplo, puede realizarse igualación del dominio de la frecuencia o alguna otra forma de detección de datos en los valores retenidos con una estimación de canal para que el transmisor obtenga los valores detectados (bloque 928). Puede realizarse entonces una transformada inversa (por ejemplo, una IDFT de N puntos) en los valores detectados para obtener las estimaciones de símbolo, que son estimaciones de los símbolos de modulación enviados en el símbolo de EFDMA recibido (bloque 930).

La **FIG. 10** muestra un esquema 1000 de salto de frecuencia (FH) que puede usarse en el sistema 100 para el enlace directo y/o inverso. El salto de frecuencia puede proporcionar diversidad de frecuencia y aleatorización de interferencia. Con el salto de frecuencia, puede asignarse a un usuario un canal de tráfico que esté asociado a un patrón de saltos que indique qué conjunto(s) de subbandas, si lo(s) hubiera, usar en cada ranura de tiempo. Los conjuntos de subbandas disponibles para la transmisión pueden definirse basándose en EFDMA o en algún otro esquema de multiplexación. Un patrón de saltos también se denomina un patrón o secuencia de FH, y una ranura de tiempo también se denomina un periodo de salto. Una ranura de tiempo es la cantidad de tiempo empleada en un conjunto dado de subbandas y normalmente abarca múltiples periodos de símbolos. El patrón de saltos puede seleccionar de manera pseudoaleatoria diferentes conjuntos de subbandas en diferentes ranuras de tiempo.

En una realización, un conjunto de canales se define para cada enlace. Cada conjunto de canales contiene S canales de tráfico que son ortogonales entre sí, de modo que ningún par de canales de tráfico se apliquen a la misma subbanda en cualquier ranura de tiempo dada. Esto evita interferencia entre sectores entre usuarios asignados a canales de tráfico en el mismo conjunto de canales. Cada canal de tráfico se aplica en una secuencia específica de bloques de tiempo-frecuencia basándose en el patrón de saltos para ese canal de tráfico. Un bloque de tiempo-frecuencia es un conjunto específico de subbandas en una ranura de tiempo específica. Para esta realización, pueden asignarse a hasta S usuarios los S canales de tráfico, y serían ortogonales entre sí.

35 La **FIG. 11** muestra un diagrama de bloques de un transmisor 1110 y un receptor 1150. Para el enlace directo, el transmisor 1110 forma parte de una estación base y el receptor 1150 forma parte de un terminal. Para el enlace inverso, el transmisor 1110 forma parte de un terminal y el receptor 1150 forma parte de una estación base.

En el transmisor 1110, un procesador 1120 de señal piloto y datos de transmisión (TX) codifica, intercala y aplica datos en símbolos (por ejemplo, datos de tráfico y señalización) y genera símbolos de datos. El procesador 1120 también genera símbolos de piloto y multiplexa los símbolos de datos y los símbolos de piloto. Según se usa en la presente memoria, un símbolo de datos es un símbolo de modulación para los datos, un símbolo de piloto es un símbolo de modulación para la señal piloto, un símbolo de modulación es un valor complejo para un punto en una constelación de señales (por ejemplo, para PSK o QAM), y un símbolo es un valor complejo. Un modulador 1130 de EFDMA realiza modulación de EFDMA (por ejemplo, como se muestra en la FIG. 5A o 5B) y genera símbolos de EFDMA. Una unidad transmisora 1132 (TMTR) procesa (por ejemplo, convierte a analógico, amplifica, filtra, y aumenta la frecuencia) los símbolos de EFDMA y genera una señal modulada por radiofrecuencia (RF), que se transmite a través de una antena 1134.

En el receptor 1150, una antena 1152 recibe la señal transmitida y proporciona una señal recibida. Una unidad receptora 1154 (RCVR) acondiciona (por ejemplo, filtra, amplifica, reduce la frecuencia, y digitaliza) la señal recibida y proporciona muestras de entrada. Un demodulador 1160 (Demod) de EFDMA realiza la demodulación de EFDMA en las muestras de entrada (por ejemplo, como se muestra en la FIG. 9) y proporciona valores de datos recibidos y valores de señal piloto recibidos para subbandas usadas para la transmisión de datos y de señales piloto. Un estimador 1180 de canal obtiene una estimación de canal basándose en los valores de señal piloto recibidos. El demodulador 1160 de EFDMA realiza también la detección de datos (o igualación) en los valores de datos recibidos con la estimación de canal y proporciona estimaciones de símbolo de datos para el transmisor 1110. Un procesador 1170 de datos de recepción (RX) desaplica símbolos, desintercala y descodifica las estimaciones de símbolos de datos y proporciona datos descodificados. En general, el procesamiento por el demodulador 1160 de EFDMA y el procesador 1170 de datos de recepción en el receptor 1150 es complementario al procesamiento por el modulador 1130 de EFDMA y el procesador 1120 de señales piloto y datos de transmisión, respectivamente, en el transmisor 1110.

Los controladores/procesadores 1140 y 1190 dirigen el funcionamiento de diversas unidades de procesamiento en el transmisor 1110 y el receptor 1150, respectivamente. Las memorias 1142 y 1192 almacenan códigos de programa y datos para el transmisor 1110 y el receptor 1150, respectivamente.

5 La FIG. 12 muestra un diagrama de bloques de un transmisor para generar símbolos de EFDMA. El medio 1200 para generar símbolos de modulación se acopla al medio 1210. El medio 1210 es para generar símbolos de transmisión basándose en los símbolos de modulación, donde cada símbolo de transmisión ocupa múltiples grupos de subbandas, comprendiendo cada una múltiples subbandas de frecuencia adyacentes. Este medio 1210 puede funcionar según se ha descrito, por ejemplo, con respecto a la FIG. 8.

10 La FIG. 13 muestra un diagrama de bloques de un receptor para recibir símbolos de EFDMA. El medio 1300 para recibir símbolos de transmisión, donde cada símbolo de transmisión ocupa múltiples grupos de subbandas, comprendiendo cada una múltiples subbandas de frecuencia adyacentes, se acopla al medio 1310 para procesar los símbolos recibidos. Este medio 1300 puede funcionar según se ha descrito, por ejemplo, con respecto a la FIG. 9.

15 Los esquemas de multiplexación descritos en la presente memoria pueden implementarse por diversos medios. Por ejemplo, el procesamiento en un transmisor o un receptor puede implementarse en hardware, software o una combinación de los mismos. Para una implementación en hardware, las unidades de procesamiento usadas para generar símbolos de EFDMA en el transmisor pueden implementarse dentro de uno o más circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), procesadores de señales digitales (DSP), dispositivos de procesamiento de señales digitales (DSPD), dispositivos lógicos programables (PLD), formaciones de compuertas programables en el terreno (FPGA), procesadores, controladores, microcontroladores, microprocesadores, dispositivos electrónicos, otras
20 unidades electrónicas diseñadas para realizar las funciones descritas en la presente memoria o una combinación de los mismos. Las unidades de procesamiento usadas para procesar los símbolos de EFDMA recibidos en el receptor pueden implementarse también dentro de uno o más ASIC, DSP, procesadores, etcétera.

25 Para una implementación de software, el procesamiento puede implementarse con módulos (por ejemplo, procedimientos, funciones, etcétera) que realizan las funciones descritas en la presente memoria. Los códigos de software pueden almacenarse en una memoria (por ejemplo, la memoria 1142 o 1192 en la FIG. 11) y ser ejecutados por un procesador (por ejemplo, el procesador 1140 o 1190). La memoria puede implementarse dentro del procesador o de manera externa al procesador.

30 La descripción anterior de las realizaciones dadas a conocer se proporciona para permitir a cualquier experto en la técnica realizar o usar la presente descripción. Diversas modificaciones de estas realizaciones serán inmediatamente evidentes para los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en la presente memoria pueden aplicarse a otras realizaciones sin alejarse del ámbito de la revelación. Por tanto, no se pretende limitar la presente revelación a las realizaciones mostradas en la presente memoria, sino que se le concederá el ámbito más amplio congruente con los principios y características novedosas dadas a conocer en la presente memoria.

35

REIVINDICACIONES

1. Un aparato que comprende:

medios para generar símbolos de modulación; y

5 medios para generar, para su transmisión desde sectores vecinos de una sede, símbolos de transmisión en base a los símbolos de modulación, ocupando cada símbolo de transmisión múltiples grupos de subbandas separados entre sí en una banda de frecuencia, comprendiendo cada grupo de subbandas múltiples subbandas adyacentes de frecuencia,

10 en el cual se definen S conjuntos de subbandas de frecuencia para cada sector, y se definen S conjuntos distintos de subbandas de frecuencia para sectores vecinos, y en el cual cada conjunto de dichos S conjuntos de subbandas de frecuencia contiene dichos múltiples grupos de subbandas,

en el cual la banda de frecuencia comprende K subbandas totales de frecuencia,

caracterizado porque

los S conjuntos de subbandas de frecuencia para cada sector se forman con las K subbandas totales de frecuencia.

15 2. El aparato de la reivindicación 1, en el cual un primer sector está asociado a unos primeros conjuntos S de subbandas de frecuencia y un segundo sector está asociado a unos segundos conjuntos S de subbandas de frecuencia, en el cual:

dichos múltiples grupos de subbandas para cada conjunto de los primeros S conjuntos de subbandas de frecuencia están uniformemente distribuidos por la banda de frecuencia; y

20 dichos múltiples grupos de subbandas para cada conjunto de los segundos S conjuntos de subbandas de frecuencia están distribuidos no uniformemente por la banda de frecuencia.

3. El aparato de la reivindicación 1, en el cual cada dicho conjunto de S conjuntos de subbandas de frecuencia comprende L grupos de subbandas, comprendiendo cada grupo de subbandas M subbandas adyacentes de frecuencia entre las K subbandas totales de frecuencia, donde cada uno entre K, S, L y M es un entero mayor que uno, y en donde cada símbolo de transmisión ocupa al menos un conjunto de subbandas de frecuencia.

25 4. El aparato de la reivindicación 3, en el cual:

la separación entre dichos L grupos de subbandas en cada conjunto de los primeros S conjuntos de subbandas de frecuencia para el primer sector es $K/L-(M-1)$; y

la separación entre dichos L grupos de subbandas en cada conjunto de los segundos S conjuntos de subbandas de frecuencia para la segunda sección es $K/2L-(M-1)$.

30 5. El aparato de la reivindicación 4, en el cual la separación entre L grupos de subbandas en cada conjunto de unos terceros S conjuntos de subbandas de frecuencia para un tercer sector es $K/4L-(M-1)$.

6. El aparato de la reivindicación 3, que comprende adicionalmente medios para determinar subbandas de frecuencia para cada símbolo de transmisión para el primer sector, en base a lo siguiente:

35
$$s \cdot M \leq k \text{ módulo } (K/L) < (s + 1) \cdot M,$$

donde k es un índice para la subbanda de frecuencia y s es un entero entre 0 y $K/(L \cdot M)-1$.

7. El aparato de la reivindicación 3, que comprende adicionalmente medios para determinar subbandas de frecuencia para cada uno de los L grupos de subbandas en cada conjunto de S conjuntos de subbandas de frecuencia para el segundo sector, en base a lo siguiente:

40
$$(a_i \cdot L + l) \cdot M + m$$

donde $a_i = a \cdot l + s$, y donde l es un entero entre 0 y $L - 1$, a es un valor fijo para todos los S conjuntos de subbandas y s es un entero entre 0 y $K/(L \cdot M)-1$.

8. Un procedimiento que comprende:

generar símbolos de modulación; y

45 generar, para su transmisión desde sectores vecinos de una sede, símbolos de transmisión en base a los símbolos

de modulación, ocupando cada símbolo de transmisión múltiples grupos de subbandas separados entre sí en una banda de frecuencia, comprendiendo cada grupo de subbandas múltiples subbandas adyacentes de frecuencia,

en el cual se definen S conjuntos de subbandas de frecuencia para cada sector y se definen S conjuntos diferentes de subbandas de frecuencia para sectores vecinos, y en el cual cada conjunto de dichos S conjuntos de subbandas de frecuencia contiene dichos múltiples grupos de subbandas,

en el cual la banda de frecuencia comprende K subbandas totales de frecuencia,

caracterizado porque

los S conjuntos de subbandas de frecuencia para cada sector se forman con las K subbandas totales de frecuencia.

9. El procedimiento de la reivindicación 8, en el cual un primer sector está asociado a unos primeros S conjuntos de subbandas de frecuencia y un segundo sector está asociado a unos segundos S conjuntos de subbandas de frecuencia, en el cual:

dichos múltiples grupos de subbandas para cada conjunto de los primeros S conjuntos de subbandas de frecuencia están uniformemente distribuidos por la banda de frecuencia; y

dichos múltiples grupos de subbandas para cada conjunto de los segundos S conjuntos de subbandas de frecuencia están distribuidos no uniformemente por la banda de frecuencia.

10. El procedimiento de la reivindicación 9, en el cual cada dicho conjunto de S conjuntos de subbandas de frecuencia comprende L grupos de subbandas, comprendiendo cada grupo de subbandas M subbandas adyacentes de frecuencia entre las K subbandas totales de frecuencia, donde cada uno entre K, S, L y M es un entero mayor que uno, y en donde cada símbolo de transmisión ocupa al menos un conjunto de subbandas de frecuencia.

11. El procedimiento de la reivindicación 10, en el cual:

la separación entre dichos L grupos de subbandas en cada conjunto de los primeros S conjuntos de subbandas de frecuencia para el primer sector es $K/L-(M-1)$; y

la separación entre dichos L grupos de subbandas en cada conjunto de los segundos S conjuntos de subbandas de frecuencia para la segunda sección es $K/2L-(M-1)$.

12. El procedimiento de la reivindicación 10, en el cual la separación entre dichos L grupos de subbandas en cada conjunto de unos terceros S conjuntos de subbandas de frecuencia para un tercer sector es $K/4L - (M-1)$.

13. El procedimiento de la reivindicación 10, que comprende adicionalmente determinar subbandas de frecuencia para cada símbolo de transmisión para el primer sector, en base a lo siguiente:

$$s \cdot M \leq k \text{ módulo } (K/L) < (s + 1) \cdot M,$$

donde k es un índice para la subbanda de frecuencia y s es un entero entre 0 y $K/(L \cdot M)-1$.

14. El procedimiento de la reivindicación 10, que comprende adicionalmente determinar subbandas de frecuencia para cada uno de los L grupos de subbandas en cada conjunto de S conjuntos de subbandas de frecuencia para el segundo sector, en base a lo siguiente:

$$(\alpha_i \cdot L + l) \cdot M + m$$

donde $\alpha_i = \alpha \cdot l + s$, y donde l es un entero entre 0 y $L - 1$, a es un valor fijo para todos los S conjuntos de subbandas y s es un entero entre 0 y $K/(L \cdot M)-1$.

15. Una memoria que comprende instrucciones que, cuando son ejecutadas por un ordenador adecuado, hacen que el ordenador realice un procedimiento de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones 8, 13 y 14.

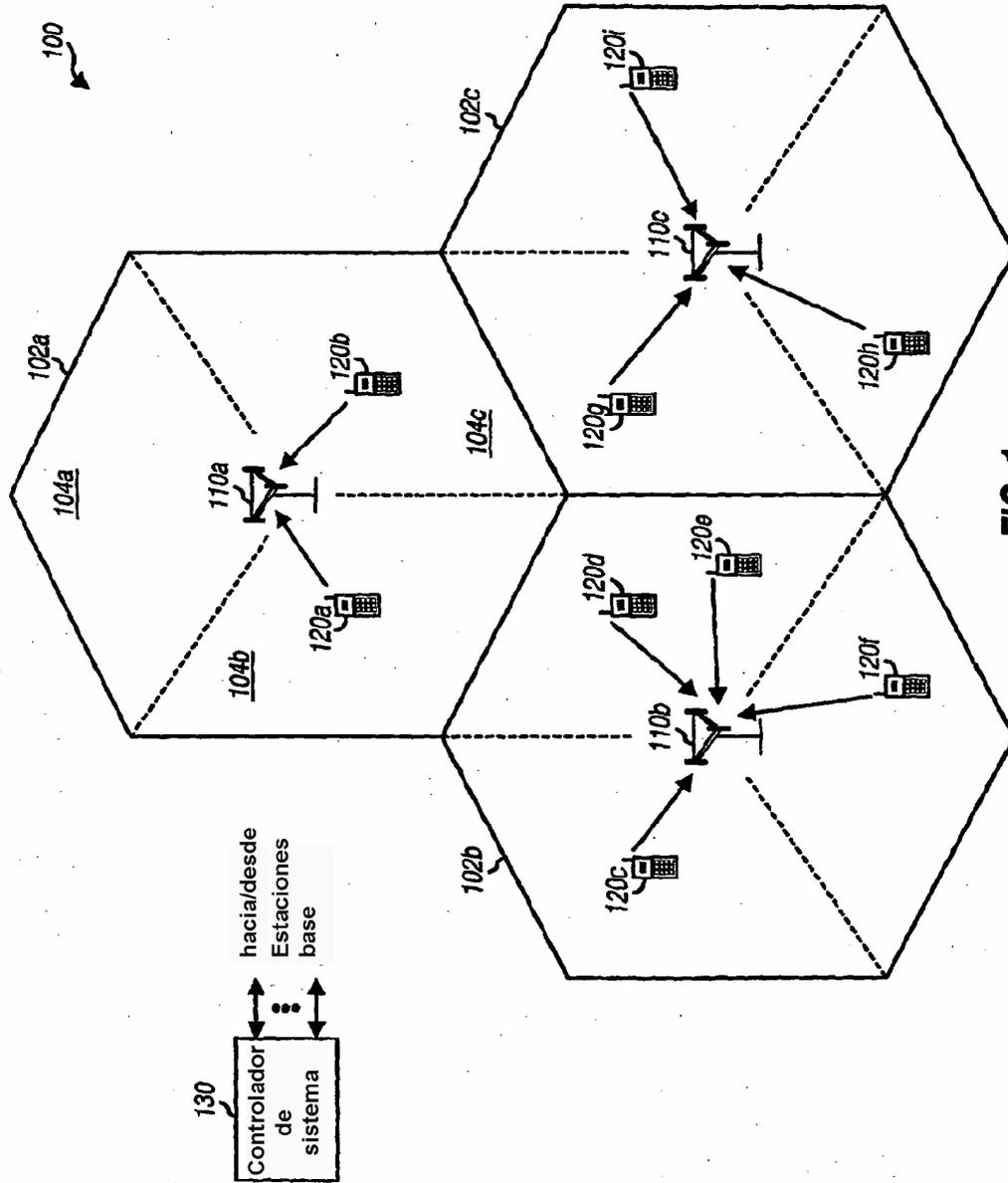
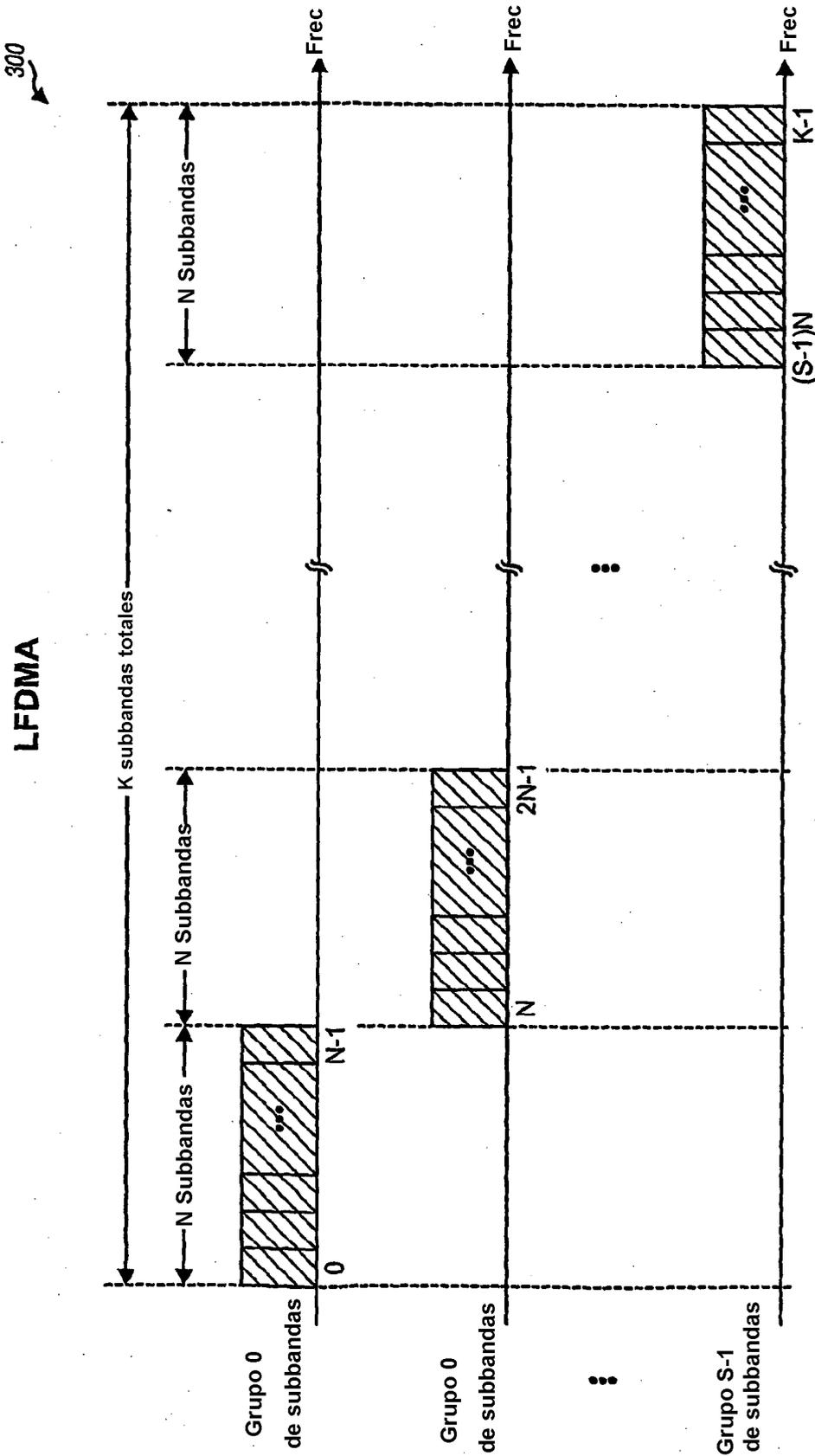
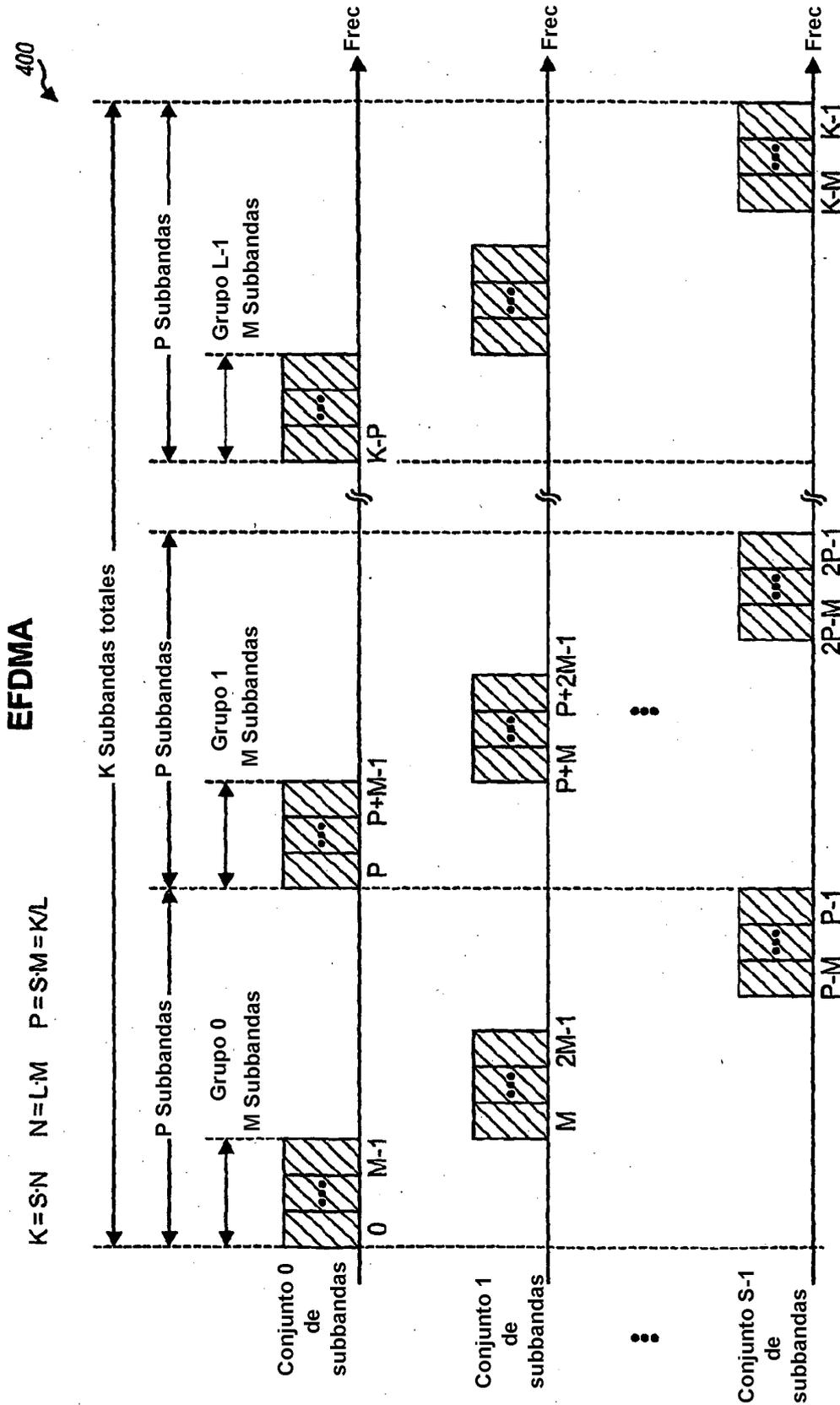


FIG. 1



índice de subbanda

FIG. 3



Índice de subbanda

FIG. 4

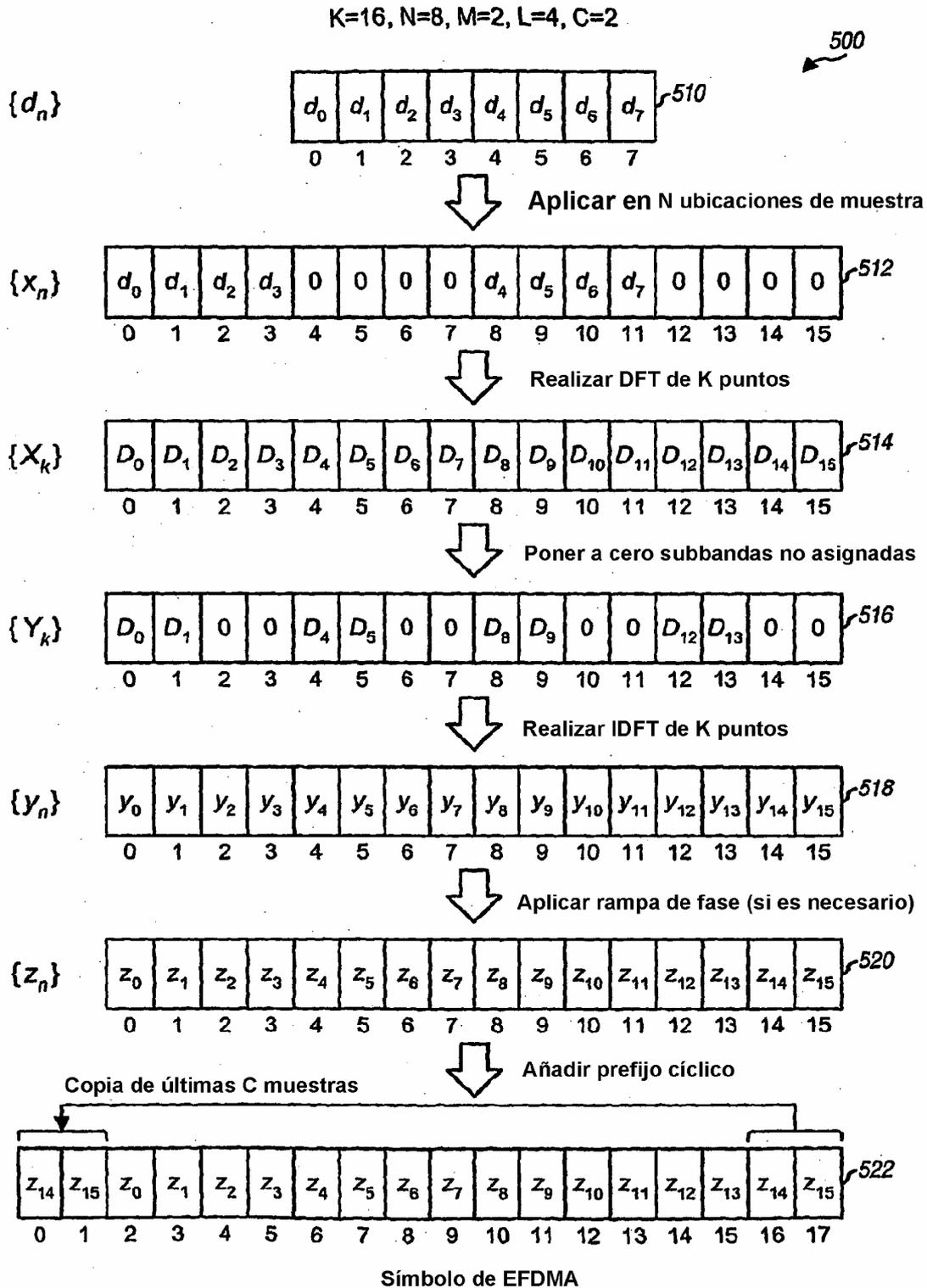


FIG. 5A

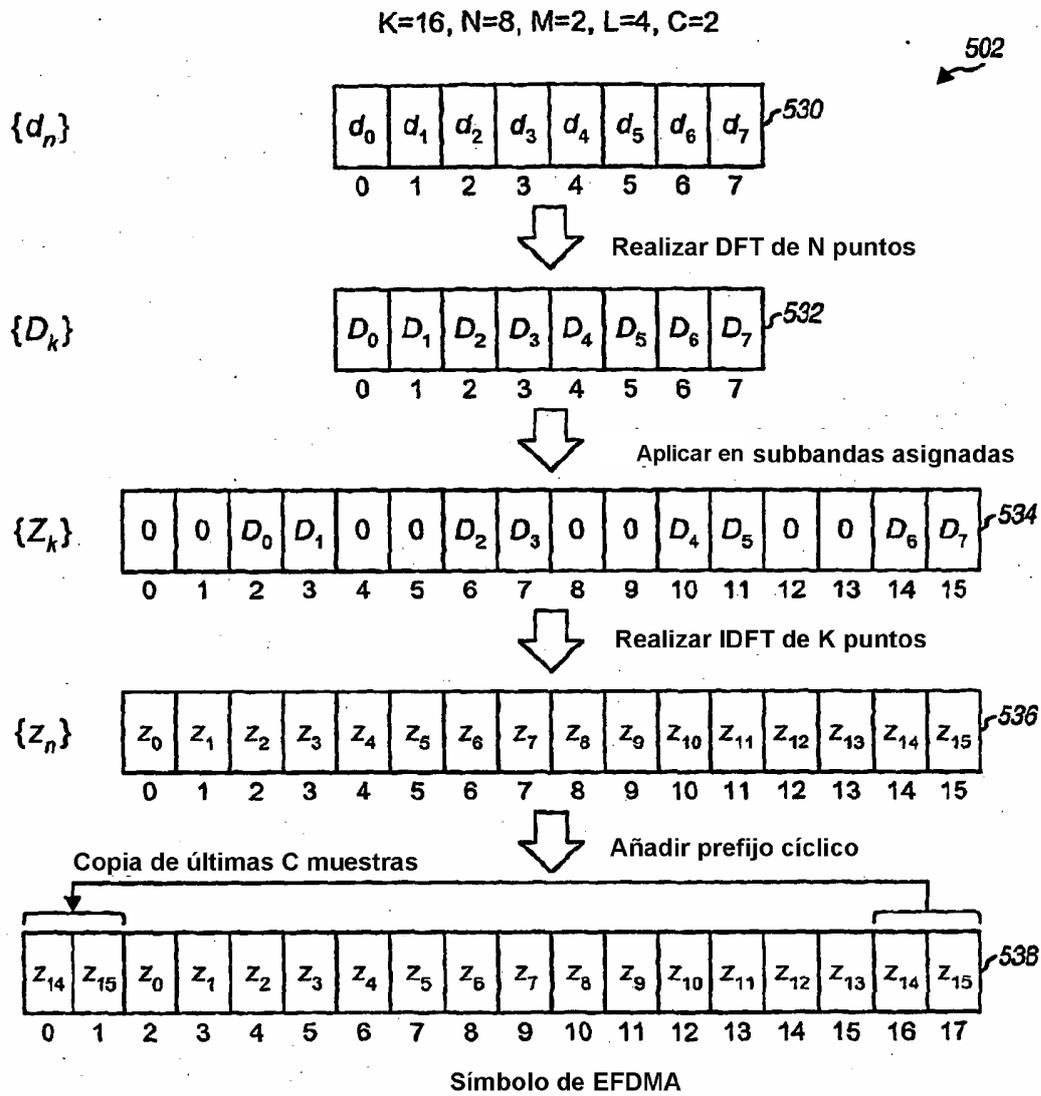


FIG. 5B

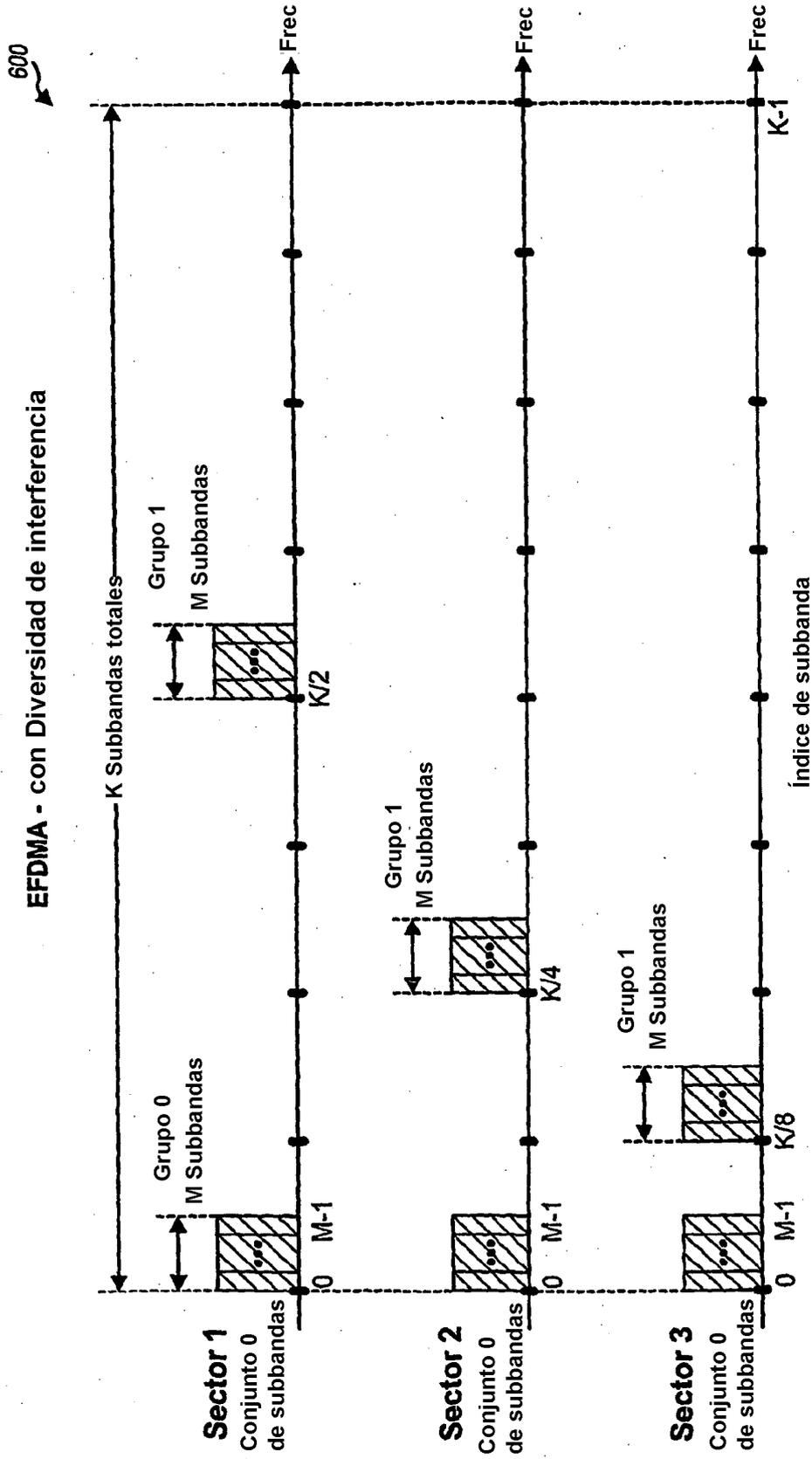


FIG. 6

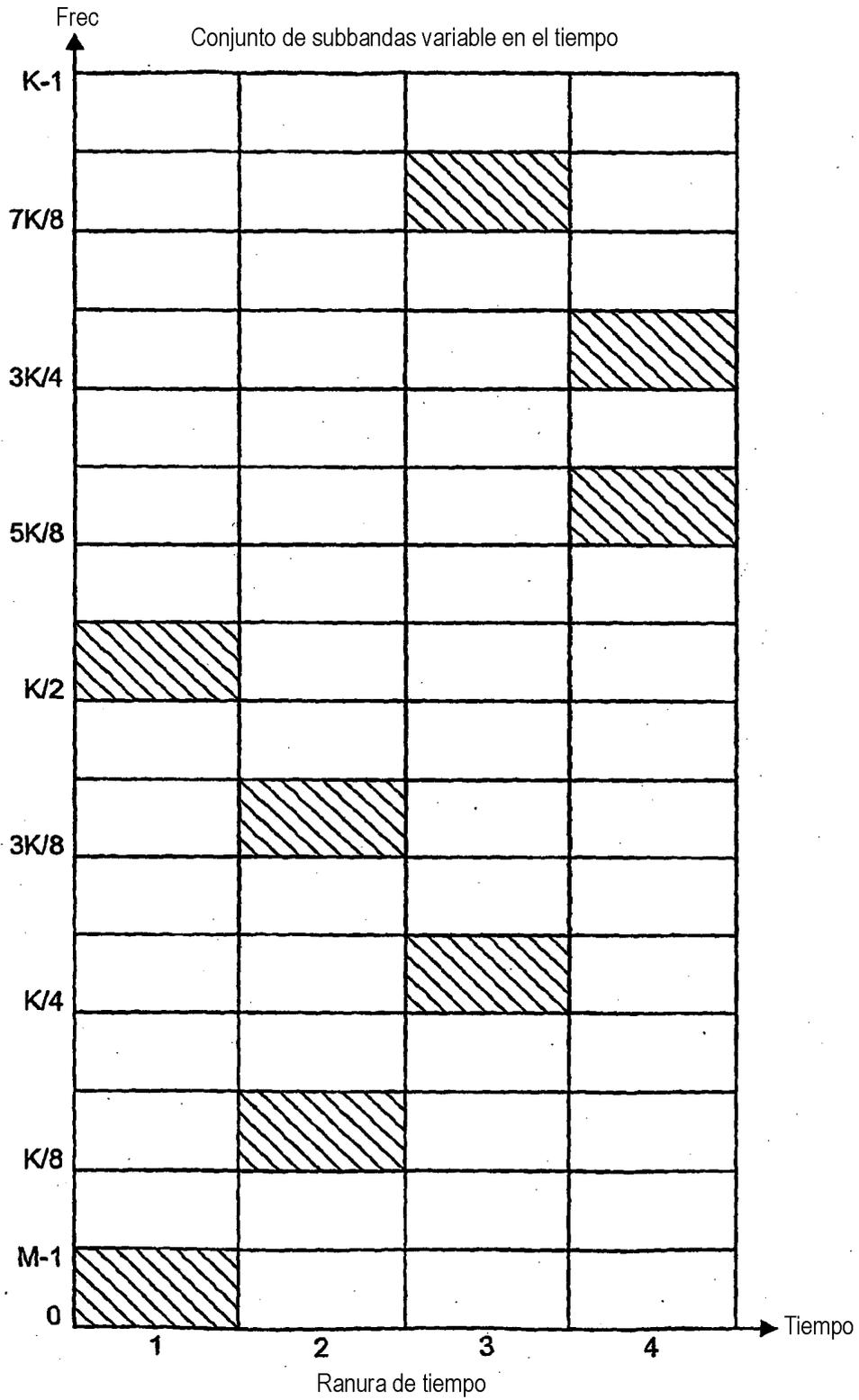


FIG. 7



FIG. 8

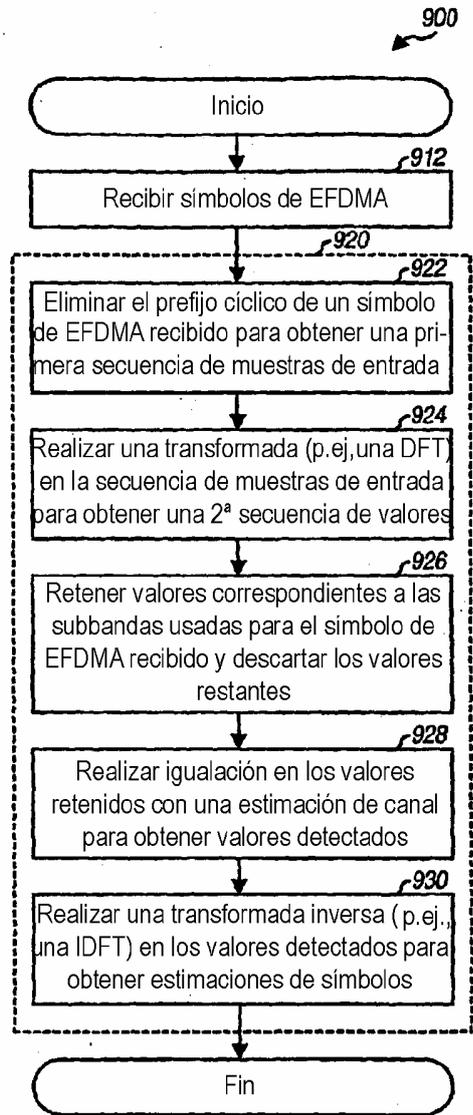


FIG. 9

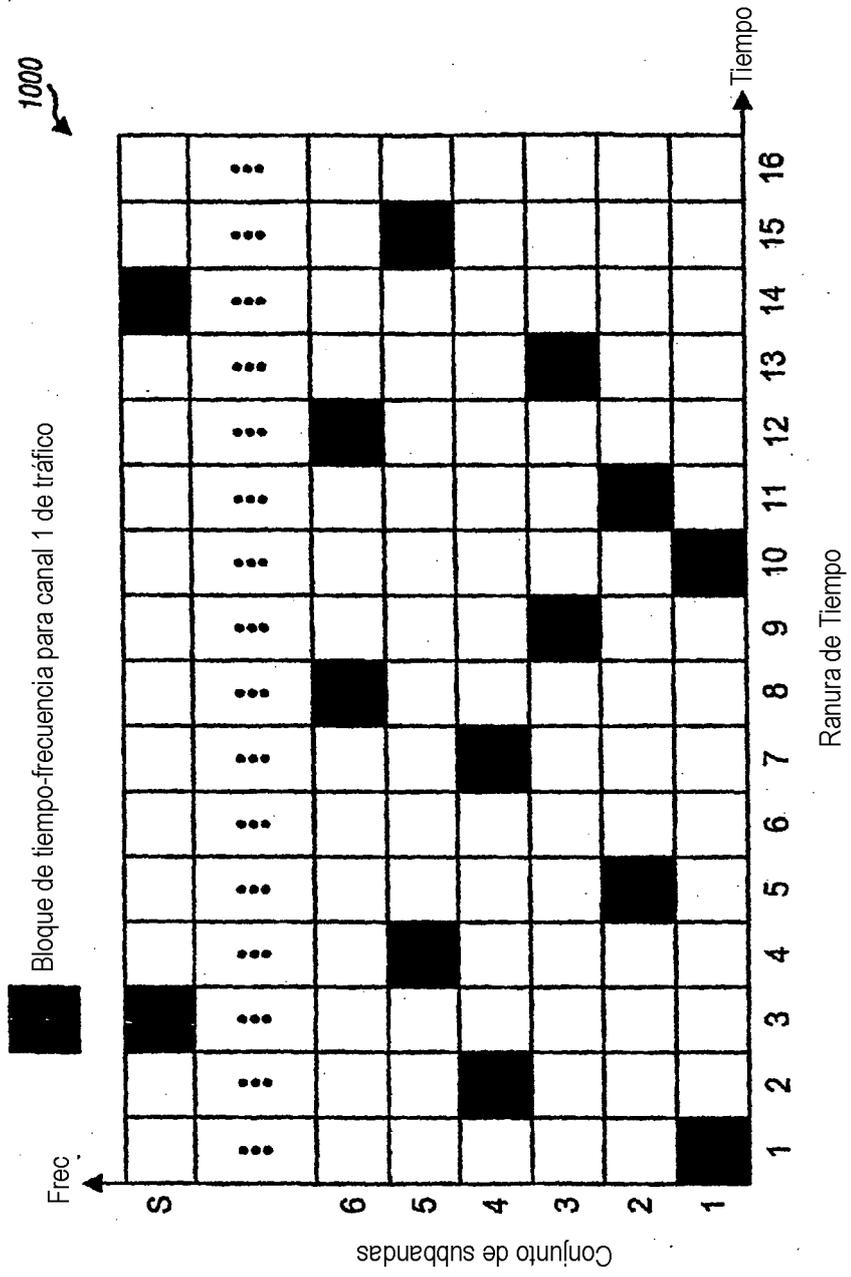


FIG. 10

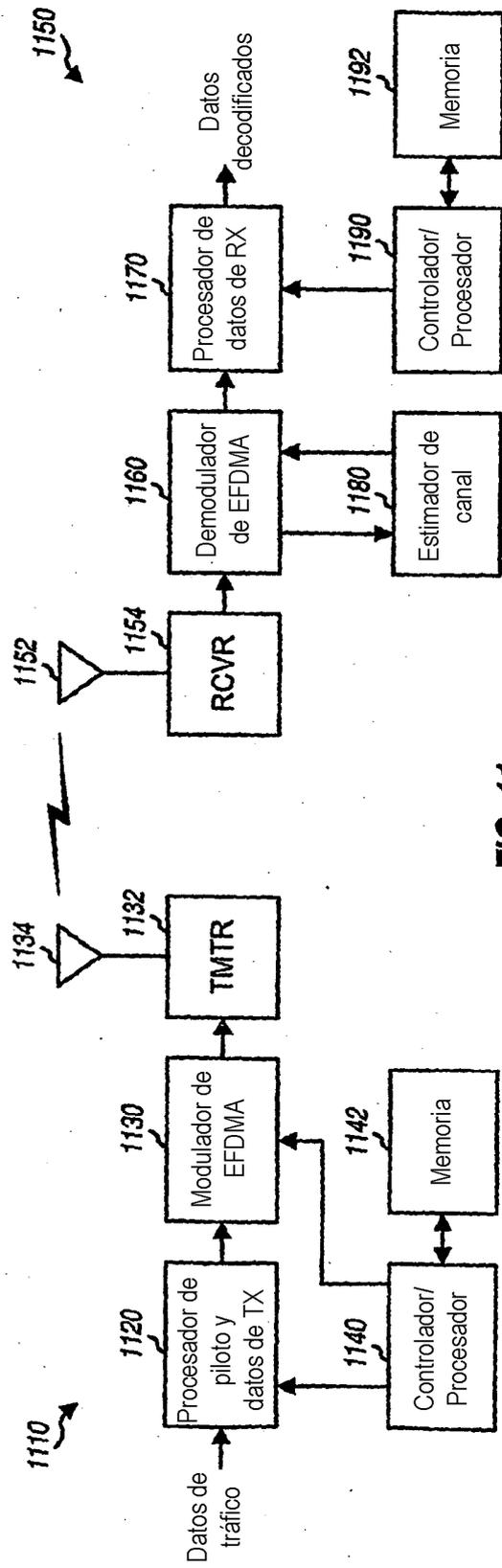


FIG. 11

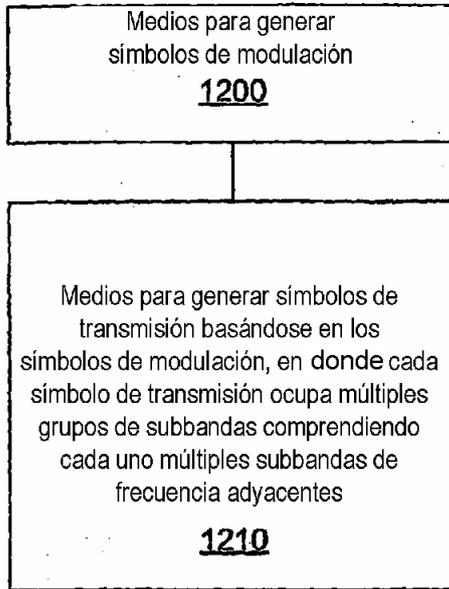


FIG. 12

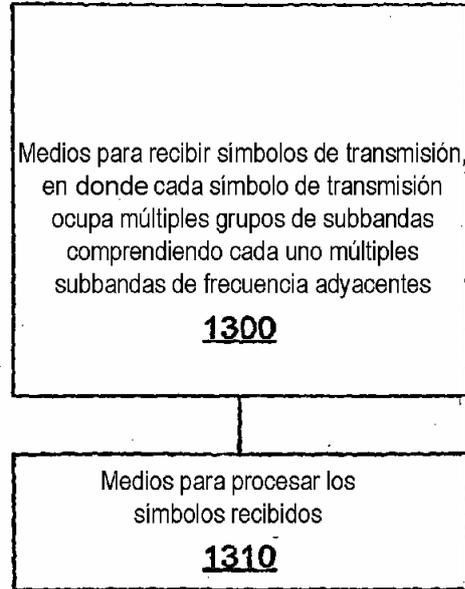


FIG. 13