

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 725 798**

51 Int. Cl.:

H04L 5/00 (2006.01)

H04L 27/26 (2006.01)

H04J 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.01.2007 PCT/US2007/061180**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.08.2007 WO07092693**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.01.2007 E 07710350 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2019 EP 1985048**

54 Título: **Método y aparato para un canal de sincronización en un sistema OFDMA**

30 Prioridad:

08.02.2006 US 351304

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

27.09.2019

73 Titular/es:

**GOOGLE TECHNOLOGY HOLDINGS LLC
(100.0%)
1600 Amphitheatre Parkway
Mountain View, CA 94043, US**

72 Inventor/es:

**AKITA, HIDENORI;
BAUM, KEVIN L.;
CLASSON, BRIAN K.;
FUKUTA, MASAYA;
HAYASHI, HIROSHI;
NANGIA, VIJAY;
LOVE, ROBERT T. y
STEWART, KENNETH A.**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 725 798 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 aparato para un canal de sincronización en un sistema OFDMA

5 Campo de la invención

La presente invención generalmente se refiere a sistemas de comunicaciones inalámbricas, y más particularmente se refiere a un método y un aparato para un canal de sincronización en un sistema de acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales (OFDMA).

10

Antecedentes de la invención

En un sistema de comunicaciones inalámbricas que incluye un número de estaciones base o celdas, una tarea inicial para un dispositivo de comunicaciones inalámbricas es reconocer y obtener las señales transmitidas desde las celdas. Otra tarea primaria es buscar las celdas para determinar qué celda es la mejor para establecer comunicación. A medida que se desarrollan sistemas de señalización cada vez más y más complejos, estas tareas importantes se vuelven más difíciles y consumen más tiempo. Recientemente, se han propuesto los sistemas de señalización de acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales (OFDMA). Los sistemas OFDMA son sistemas de ancho de banda escalable diseñados para trabajar en diferentes anchos de banda. Además, los sistemas OFDMA utilizan un enfoque de modulación multiportadora que tiene, quizás, cientos de subportadoras dentro de un rango de frecuencias estrecho (por ejemplo, 5 MHz). Aunque la escalabilidad de los sistemas OFDMA facilita la introducción y expansión de dichos sistemas, la complejidad de los sistemas OFDMA debe, sin embargo, permitir la obtención de la señal por dispositivos de comunicaciones inalámbricas OFDMA de una manera oportuna para una activación rápida y una transición sin problemas de celda a celda. Se proporciona un canal de sincronización para la obtención inicial de señal y búsqueda de celda. Sin embargo, a medida que el número de sitios de celdas aumenta y la complejidad de los sistemas OFDMA aumenta, la señal del canal de sincronización debe incluir más y más información. El análisis de la señal en elementos de secuencia para la recepción rápida y confiable alivia parte del problema, pero los elementos de secuencia deben cada uno llevar información de índice de secuencia.

15

20

25

30

Por lo tanto, se necesita un método y un aparato para generar y procesar un canal de sincronización mejorado incluyendo una pluralidad de elementos de secuencia en un sistema OFDMA. Además, otras funciones y características deseables de la presente invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de la invención y las reivindicaciones adjuntas, tomadas junto con los dibujos acompañantes y estos antecedentes de la invención.

35

La publicación de solicitud de patente de Estados Unidos núm. US 2005/226140 describe un método y un aparato para la transmisión de señal piloto. Las secuencias piloto se construyen a partir de distintas "clases" de secuencias chirp que tienen una propiedad de correlación cruzada óptima.

40

Una presentación al 3GPP por Motorola titulada "Cell Search and Initial Acquisition for OFDM Downlink", 3GPP, TSG RAN, WG1 - R1-051329, vol. 3GPP TSG RAN1, núm. 43, 7-11 noviembre de 2005, investiga un esquema de sincronización simple que usa solo un símbolo OFDM por trama de radio de 10 ms para admitir la sincronización inicial de OFDM así como la búsqueda de celda. Un beneficio clave del método propuesto es que la ID de celda puede identificarse sin correlacionarse con múltiples secuencias candidatas.

45

Resumen

De acuerdo con aspectos de la invención, se proporciona un método para su uso en una estación base en un sistema de comunicaciones inalámbricas, un método para su uso en un dispositivo de comunicaciones inalámbricas, una estación base y un dispositivo de comunicaciones inalámbricas como se menciona en las reivindicaciones acompañantes. La presente invención está definida por el alcance de las reivindicaciones adjuntas. De aquí en lo adelante, cualquier modalidad(es) a la(s) que se haga(n) referencia y que no caiga(n) dentro del alcance de dichas reivindicaciones adjuntas, debe(n) interpretarse como ejemplo(s) útil(es) para entender la presente invención.

50

55

Breve descripción de los dibujos

La presente invención se describirá, en lo sucesivo, junto con las siguientes figuras, en donde números similares denotan elementos similares, y la Figura 1 es un diagrama de un sistema de comunicaciones inalámbricas de acuerdo con una modalidad de la presente invención;

60

la Figura 2 es un diagrama de una estructura de la trama de una señal de acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales (OFDMA) de acuerdo con una modalidad de la presente invención;

65

la Figura 3 es un diagrama de una estructura de la trama de una señal OFDMA de acuerdo con una modalidad alternativa de la presente invención;

la Figura 4 es un diagrama de la ocupación del ancho de banda del canal de la señal de acuerdo con una modalidad de la presente invención;

la Figura 5 es un diagrama del mapeo de bloques de recursos del canal de sincronización de acuerdo con una modalidad de la presente invención;

5 la Figura 6A es un diagrama de la asignación de secuencias del canal de sincronización de acuerdo con una modalidad de la presente invención;

la Figura 6B es un diagrama de la asignación de secuencias del canal de sincronización de acuerdo con una modalidad alternativa de la presente invención;

10 la Figura 6C es un diagrama de la asignación de secuencias del canal de sincronización de acuerdo con aún otra modalidad alternativa de la presente invención;

la Figura 7 es un diagrama del mapeo de la subportadora de la señal del canal de sincronización de acuerdo con la modalidad de la presente invención;

la Figura 8 es un diagrama de bloques de una estación base del sistema de comunicaciones de la Figura 1 de acuerdo con la modalidad de la presente invención;

15 la Figura 9 es un diagrama de flujo de la señalización del canal de sincronización de la estación base de la Figura 8 de acuerdo con la modalidad de la presente invención;

la Figura 10 es un diagrama de bloques de un dispositivo de comunicaciones inalámbricas del sistema de comunicaciones de la Figura 1 de acuerdo con la modalidad de la presente invención; y

20 la Figura 11 es un diagrama de flujo de la activación inicial y búsqueda de celda del dispositivo de comunicaciones inalámbricas de la Figura 10 de acuerdo con la modalidad de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

25 De acuerdo con una modalidad de la presente invención, se proporciona un método para transmitir una señal OFDMA que incluye una señal del canal de sincronización de acuerdo con la reivindicación independiente 1.

Además, de acuerdo con una modalidad de la presente invención, se proporciona otro método para recibir señales OFDMA de acuerdo con la reivindicación independiente 7.

30 Con referencia a la Figura 1, un sistema de comunicaciones inalámbricas 100 de acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales (OFDMA) de acuerdo con una modalidad de la presente invención incluye una pluralidad de estaciones base 110 y un dispositivo de comunicaciones inalámbricas 120. La pluralidad de estaciones base 110 se comunican con el dispositivo de comunicaciones inalámbricas 120 a través de señales de radiofrecuencia (RF) OFDMA en una pluralidad de subportadoras para comunicaciones inalámbricas. Un área de cobertura 125 está asociada con cada una de la pluralidad de estaciones base 110 en donde el dispositivo de comunicaciones inalámbricas 120 puede recibir señales OFDMA de y transmitir señales a una o más de la pluralidad de estaciones base 110. El dispositivo de comunicaciones inalámbricas 120 recibirá típicamente la señalización y otros mensajes de una estación base que tiene la señal más fuerte, o, de otra manera, algunas características de señal preferibles de manera que la estación base particular 110 es el "mejor servidor" para el dispositivo de comunicaciones inalámbricas particular 120. La pluralidad de estaciones base 110 se acoplan a un controlador del sistema de redes 130 para el control centralizado del sistema de comunicaciones inalámbricas OFDMA.

45 Un sistema de comunicaciones inalámbricas OFDMA es un esquema de modulación multiportadora que se ha propuesto como una solución de próxima generación para los sistemas de comunicaciones inalámbricas de acceso múltiple por división de código de área ancha (WCDMA) actuales. El OFDMA es un caso más general de un sistema de multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM) en donde los datos a diferentes usuarios pueden transmitirse de manera simultánea en subportadoras diferentes. Los sistemas de comunicaciones inalámbricas OFDMA tienen un mayor número de subportadoras, en donde una subportadora solo ocupa una pequeña fracción del ancho de banda del canal OFDMA (por ejemplo, quince kilohercios (kHz) por subportadora en un ancho de banda del canal OFDMA de cinco megahercios (MHz)). Por lo tanto, por ejemplo, en un intervalo de cinco MHz, podría haber aproximadamente trescientas subportadoras. El diseño del sistema OFDMA proporciona una solución de ancho de banda de sistema múltiple altamente escalable ya que, como los sistemas OFDMA se diseñan para trabajar en diferentes anchos de banda, más subportadoras pueden añadirse según sea necesario. Además, el diseño del sistema OFDMA que se contempla para la evolución de próxima generación del sistema WCDMA admite un sistema sincronizado y un sistema no sincronizado y permite un mayor número de identificadores de estación base (índice de celda) y estructuras de símbolo de OFDMA con longitudes de prefijo cíclico cortas y largas.

60 Un sistema OFDMA de acuerdo con la modalidad de la presente invención define un canal de sincronización que reduce significativamente el tiempo requerido por un dispositivo de comunicaciones inalámbricas 120 para sincronizar al sistema OFDMA al obtener la temporización del sistema OFDMA de manera simultánea a identificar la estación base más fuerte 110, o "mejor servidor" como se describió anteriormente, para establecer la comunicación con este (es decir, la obtención inicial y el tiempo de búsqueda de celda). El proceso de obtención inicial de OFDMA y la búsqueda de celda deben detectar una temporización de símbolo OFDMA, un límite de trama y un error de frecuencia así como detectar información específica de la celda tal como una identificación de la estación base 110 y, de ser necesario, otra información específica de la celda tal como el ancho de banda del sistema, el número de antenas de transmisión en la estación base 110 o una longitud de prefijo cíclico. La señal de sincronización de

acuerdo con la modalidad de la presente invención incluye al menos información de identificación parcial de la celda (es decir, estación base). La información de identificación de la celda del canal de sincronización puede ser información de identificación parcial de la celda que identifica un grupo de estaciones base individuales 110 (por ejemplo, información de identificación del grupo de la celda) o puede ser información de identificación completa de la celda que identifica una estación base única 110, y puede proporcionar además información de identificación del sector en modalidades en las cuales las estaciones base 110 están divididas por patrones de cobertura de antenas y asignación de recursos en múltiples sectores.

Con referencia a la Figura 2, una estructura de la trama OFDMA ilustrativa representa una única trama OFDMA 200 de un tiempo de transmisión de diez milisegundos que comprende ciento cuarenta símbolos OFDMA. La trama 200 incluye veinte subtramas 210, 220, donde la primera subtrama 210 es el canal de sincronización que ocupa una subtrama 210 de siete símbolos OFDMA donde los siete símbolos OFDMA 230 forman una subtrama de prefijo cíclico corto (CP). Las diecinueve subtramas restantes 240 pueden ser tanto una subtrama de CP largo que tiene seis símbolos OFDMA 240 como una subtrama de CP corto que tiene siete símbolos OFDMA 230. Aunque el ejemplo en la Figura 2 representa el canal de sincronización en una primera subtrama 210 que tiene un prefijo cíclico corto, la localización del canal de sincronización y el prefijo cíclico de este pueden definirse de cualquier manera o localización para adaptar el diseño del sistema OFDMA. Al localizar el canal de sincronización en la primera subtrama 230 (como se muestra) o en la última subtrama de acuerdo con otra modalidad de la presente invención, el límite de la trama está definido por el canal de sincronización.

Con referencia a la Figura 3, se representa una estructura de la trama OFDMA de acuerdo con una modalidad alternativa de la presente invención. De acuerdo con esta modalidad alternativa, el canal de sincronización 310 se asigna al final de más de una de las veinte subtramas 320 para detectar el canal de sincronización 310 sin importar la longitud de CP. El canal de sincronización 310 se transmite cada subtrama N 320 para reducir la obtención inicial y el tiempo de búsqueda de celda y el tamaño de la memoria de obtención inicial en sistemas OFDMA no sincronizados, donde N es una alícuota de veinte. Los expertos en la técnica podrán reconocer que los parámetros del sistema de las subtramas, la longitud y el número de símbolos de la trama del sistema OFDMA y otros parámetros de la estructura de la trama pueden modificarse de acuerdo con una pluralidad de diseños del sistema, y la estructura de la trama de un sistema OFDMA de acuerdo con la presente invención no está restringida por las modalidades de la Figura 2 o la Figura 3.

El canal de sincronización, de acuerdo con una modalidad de la presente invención, se transmite dentro de una porción localizada del ancho de banda de la señal OFDMA, por ejemplo, el 1,25 MHz central del ancho de banda de la señal OFDMA, sin importar el ancho de banda del sistema, reduciendo de esta manera la obtención inicial y el tiempo de búsqueda de celda mientras se mantiene la escalabilidad del sistema de comunicaciones inalámbricas OFDMA. Con referencia a la Figura 4, los bloques de recursos predeterminados 410 son bandas de frecuencias predefinidas. Aunque se reconoce que cualquier banda de frecuencia puede estar definida por los bloques de recursos, de acuerdo con una modalidad de la presente invención, el tamaño del bloque de recursos (RB) es 0,375 MHz y el canal de sincronización 420 está definido generalmente para ser 1,5 MHz, por lo que ocupa cuatro bloques de recursos 410. Los símbolos de subportadora en el ancho de banda del sistema, excepto por los bloques de recursos centrales 410 ocupados por el canal de sincronización 420 son utilizados por otros canales. En otra modalidad, el ancho de banda del canal de sincronización está relacionado con el ancho de banda de la señal OFDMA. Algunos ejemplos de esto son los anchos de banda del sistema OFDMA 430, 440, 450, 460, 480.

En un sistema OFDMA de veinte megahercios 430 (que tiene cuarenta y ocho bloques de recursos 410) y un sistema OFDMA de diez megahercios 440 (que tiene veinticuatro bloques de recursos 410), el canal de sincronización 420 usa los doce bloques de recursos centrales 410. En un sistema OFDMA de cinco megahercios 450 (que tiene doce bloques de recursos 410), el canal de sincronización 420 usa todos los doce bloques de recursos 410. En un sistema OFDMA de 2,5 MHz 460 (que tiene seis bloques de recursos 410), el canal de sincronización 420 usa solo los cuatro bloques de recursos centrales 410. Al utilizar la simetría del canal de sincronización 420, el espectro 470 del canal de sincronización 420 cubre la porción central de los cuatro bloques de recursos 410 del canal de sincronización 420. Las subportadoras no usadas en cada lado del espectro del canal de sincronización 470 pueden usarse para las bandas de guardia o datos (por ejemplo, canales de baja velocidad tales como acuses de tráfico de subida recibido, u otros flujos/canales de datos).

En otra modalidad donde el ancho de banda del canal de sincronización se relaciona con el ancho de banda de la señal OFDMA, la señal del canal de sincronización puede repetirse en la dimensión de la frecuencia para mejorar aún más el desempeño. Por ejemplo, la información de la señal del canal de sincronización puede contenerse en los cuatro bloques de recursos centrales. Después, cada conjunto adicional de cuatro bloques de recursos que están dentro del ancho de banda del canal de sincronización puede contener otra transmisión o repetición de la señal del canal de sincronización contenida en los cuatro bloques de recursos centrales.

Además de la información de identificación parcial o completa de la celda o la repetición o transmisión de la señal del canal de sincronización, para sistemas OFDMA con ancho de banda de cinco megahercios o más, el canal de sincronización 420 puede usar bandas de frecuencias diferentes a los cuatro bloques de recursos centrales para mejorar el desempeño de la búsqueda de celda. Por ejemplo, toda o una porción de la información específica

adicional de la celda tal como la información de referencia de la frecuencia, la información de la antena de transmisión, la información del flujo piloto o la información de la longitud del prefijo cíclico (CP) pueden incluirse en la información del canal de sincronización 420. Además, el sistema OFDMA puede diseñarse para transmitir de manera redundante el canal de sincronización en dos o más de una pluralidad de subportadoras la porción de ancho de banda ocupado por el canal de sincronización 420.

Para el caso donde el ancho de banda del sistema OFDMA es 1,25 MHz 480, solo tres bloques de recursos 410 pueden acomodarse y el canal de sincronización 420 usa todos los tres bloques de recursos 410. Aunque se ha mostrado un número de variaciones del ancho de banda del sistema OFDMA, otras estructuras son posibles en donde el canal de sincronización se transmite en una porción localizada del ancho de banda del sistema OFDMA.

La Figura 5 representa un ancho de banda de una señal de un sistema de comunicaciones OFDMA de cinco megahercios donde el ancho de banda del canal de sincronización localizado 510 se localiza en el 1,25 MHz central del ancho de banda de los cinco megahercios y dentro de, pero más pequeño que un ancho de banda abarcado por un número múltiple de bloques de recursos 520. En este caso, el ancho de banda del canal de sincronización 510 no cubre un múltiplo del tamaño del bloque de recursos 520. De acuerdo con la modalidad de la presente invención, una señal de datos 530 se transmite de manera simultánea con el canal de sincronización en una porción del ancho de banda abarcado por un número entero de bloques de recursos 520 que no es utilizado por el canal de sincronización 510. Para una detección mejorada de la señal de datos 530, esta puede separarse del canal de sincronización mediante anchos de banda donde no se transmite información llamados bandas de guardia 540.

La señal del canal de sincronización es una secuencia dividida en elementos de secuencia de la señal del canal de sincronización. Un ejemplo de un tipo de secuencia preferida de acuerdo con la presente invención es una secuencia de tipo chirp generalizado (GCL). Por ejemplo, una secuencia GCL de longitud N_G de "índice" u definida como

$$S_k = a_k b, k=0, \dots, N_G-1 \quad (1)$$

donde b es un escalar complejo de unidad de amplitud y

$$a_k = \exp(-j2\pi u \frac{k(k+1)/2 + qk}{N_G}), k = 0, 1, 2, \dots, N_G - 1 \text{ (cualquier entero } q \text{ y } 1 \leq u \leq N_G - 1)$$

y N_G es un número primo (es decir, $N_G = N_G \times 1$) es particularmente adecuado para una secuencia dividida en elementos de secuencia de la señal del canal de sincronización de acuerdo con la presente invención. Donde N_G es un número primo, la correlación cruzada entre cualesquiera dos secuencias de distinta "clase" es óptima y habrá $N_G - 1$ secuencias únicas en el conjunto que pueden usarse como identificadores únicos del grupo o información única de identificación de celda. La secuencia GCL puede representarse de manera más simple y compacta al escoger $b=1$ y $q = 0$.

Los ejemplos adicionales de tipos de secuencias que pueden usarse para los elementos de secuencia del canal de sincronización de acuerdo con la presente invención pueden incluir una secuencia de ruido pseudoaleatorio o una secuencia binaria de longitud máxima. Cuando se usa una secuencia estructurada con opciones limitadas de longitud de secuencia (tal como GCL o binaria de longitud máxima), el número de elementos en la secuencia original puede no coincidir con el tamaño del canal de sincronización. En este caso, la secuencia puede modificarse para ajustarse dentro de los recursos disponibles para la secuencia de la señal del canal de sincronización (por ejemplo, por truncamiento o extensión cíclica de esta). De acuerdo con otro aspecto de la modalidad de la presente invención, la señal de sincronización incluye una pluralidad de elementos de secuencia de la señal del canal de sincronización que se distribuyen sobre las subportadoras de la señal OFDMA y/o los periodos de símbolo OFDMA según lo determinado por el diseño del sistema OFDMA o por las condiciones de propagación de la señal en las que se espera que opere el sistema.

La Figura 6, que comprende las Figuras 6A, 6B y 6C, representa estructuras de la trama para la asignación del elemento de secuencia del canal de sincronización de acuerdo con la presente invención en donde los elementos de secuencia del canal de sincronización están distribuidos primero sobre la frecuencia (las subportadoras) y después sobre el tiempo. La presente invención, sin embargo, no se limita a este esquema de asignación del elemento de secuencia del canal de sincronización y puede distribuir de manera alternativa los elementos de secuencia del canal de sincronización primero sobre el tiempo y después sobre la frecuencia si, por ejemplo, el diseño del sistema permite cambios en el tiempo más rápido que en la frecuencia. Con referencia a la Figura 6A, la señal del canal de sincronización se transmite sobre una subtrama 610 con una estructura de la trama de siete símbolos OFDMA, en donde los elementos de secuencia del canal de sincronización se transmiten en una pluralidad de subportadoras en periodos de símbolo OFDMA adyacentes o proximales. Aunque no se muestran, en algunas modalidades, los símbolos piloto u otros símbolos tales como los símbolos de control pueden ocupar parte de o todos de uno o más de los periodos de símbolo OFDMA en la subtrama 610, de manera que la separación en el tiempo entre algunos de los antes mencionados periodos de símbolo OFDMA proximales puede ser mayor que un periodo de símbolo OFDMA.

De acuerdo con la presente invención, un primer periodo de símbolo OFDMA 620 incluye una secuencia GCL común de ceros o símbolos de modulación que forma treinta y ocho elementos de secuencia mapeados sobre treinta y ocho subportadoras, la secuencia GCL en el primer periodo de símbolo OFDMA 620 es común para todas las estaciones base 110 en el sistema de comunicaciones inalámbricas OFDMA 100. Al usar subportadoras alternas (por ejemplo, subportadoras pares) para esta secuencia GCL común 620, la forma de onda puede tener una simetría predeterminada en el dominio del tiempo. Esta secuencia GCL común 620 puede estar presente en todas las transmisiones del canal de sincronización y puede localizarse en el primer periodo de símbolo OFDMA de la subtrama 610, utilizada de esta manera como un indicador del límite de la trama. Con referencia a la Figura 7, se muestra un ejemplo del mapeo de la subportadora de la señal del canal de sincronización en el primer periodo de símbolo OFDMA 620 donde los símbolos modulados se mapean a subportadoras alternas (las treinta y ocho subportadoras ocupadas 702) con las subportadoras que intervienen 704 que tienen ceros o conjuntos vacíos mapeados a ellas. Los símbolos de modulación se mapean a subportadoras pares para crear o definir la simetría de la forma de onda en el dominio del tiempo (es decir, la simetría predeterminada en el dominio del tiempo de la forma de onda de la señal del canal de sincronización). Esta característica de simetría puede utilizarse para la detección aproximada de temporización de símbolo OFDMA y la detección de error de frecuencia.

Con referencia nuevamente a la Figura 6A, los seis periodos de símbolo OFDMA posteriores 630 incluyen la secuencia GCL única para un grupo de celdas o estaciones base, o única para la celda o estación base 110 (en dependencia de la modalidad) como una pluralidad de elementos de secuencia del canal de sincronización mapeados sobre una pluralidad de subportadoras, cada periodo de símbolo OFDMA tiene todas las setenta y cinco subportadoras usadas para los elementos de secuencia del canal de sincronización GCL y llena los seis periodos de símbolo OFDMA 630 en forma de "zig-zag". Por ejemplo, la Figura 6A representa la secuencia de la señal del canal de sincronización GCL que incluye 449 elementos de secuencia del canal de sincronización. El segundo periodo de símbolo OFDMA 630 se llena con los elementos de secuencia de la señal del canal de sincronización (fases) 0 a 74 ordenados de arriba a abajo. El tercer periodo de símbolo OFDMA 630 se llena con los elementos de secuencia de la señal del canal de sincronización 75 a 149 ordenados de abajo a arriba, pero en una modalidad alternativa también pueden ser ordenados de arriba a abajo. De manera similar, los periodos de símbolo OFDMA 630 se llenan con los elementos de secuencia restantes de la señal del canal de sincronización, con el sexto símbolo OFDMA que se llena con los elementos de secuencia de la señal del canal de sincronización (fases) 375 a 449 ordenados de abajo a arriba. En lugar de llenar los periodos de símbolo OFDMA del canal de sincronización en forma de "zig-zag", los periodos de símbolo OFDMA 630 pueden todos llenarse de arriba a abajo o viceversa de acuerdo con el diseño del sistema OFDMA, el tipo de secuencia y/o el procesamiento necesario para combinar los elementos de secuencia del canal de sincronización. Además, en lugar de llenar el canal de sincronización en una forma de la frecuencia primero, los periodos de símbolo OFDMA 630 pueden llenarse en una forma del tiempo primero (por ejemplo, de izquierda a derecha en cada subportadora, de derecha a izquierda en cada subportadora, o de izquierda a derecha en algunas subportadoras y de derecha a izquierda en otras subportadoras). O, en lugar de los métodos de llenado descritos anteriormente, puede usarse cualquier patrón de llenado arbitrario de dos dimensiones.

Con referencia a la Figura 6B, una señal del canal de sincronización única para una celda o estación base 110 o un grupo de celdas (por ejemplo, una secuencia GCL común para múltiples celdas) se transmite también sobre una subtrama 610 con una estructura de la trama de siete símbolos OFDMA, en donde los elementos de secuencia del canal de sincronización se transmiten en una pluralidad de subtramas en periodos de símbolo OFDMA adyacentes o proximales. De acuerdo con esta modalidad de la presente invención, el primer periodo de símbolo OFDMA 620 incluye ceros mapeados sobre 37 subportadoras y elementos de una secuencia GCL de celda específica o de grupo específico que forma treinta y ocho elementos de secuencia mapeados sobre treinta y ocho subportadoras, para una estación o un grupo de las estaciones base 110 en el sistema de comunicaciones inalámbricas OFDMA 100. Los seis periodos de símbolo OFDMA posteriores 630 incluyen elementos adicionales de la secuencia GCL de celda específica mapeados sobre una pluralidad de subportadoras, cada periodo de símbolo OFDMA tiene todas las setenta y cinco subportadoras (fases) que llenan los seis periodos de símbolo OFDMA 630 en la forma de "zig-zag". La Figura 6B representa la secuencia de la señal del canal de sincronización GCL que incluye 487 elementos de secuencia del canal de sincronización. El segundo periodo de símbolo OFDMA 630 se llena con los elementos de secuencia de la señal del canal de sincronización (fases) 38 a 112 ordenados de abajo a arriba. El tercer periodo de símbolo OFDMA 630 se llena con los elementos de secuencia de la señal del canal de sincronización 113 a 187 ordenados de arriba a abajo. De manera similar, los periodos de símbolo OFDMA 630 se llenan con los elementos de secuencia restantes de la señal del canal de sincronización, con el sexto símbolo OFDMA que se llena con los elementos de secuencia de la señal del canal de sincronización (fases) 413 a 487 ordenados de arriba a abajo.

Con referencia a la Figura 6C, se muestra otra estructura alterna de un asignación de secuencias del canal de sincronización. De acuerdo con la presente invención, los elementos de secuencia del canal de sincronización pueden distribuirse sobre los periodos de símbolo OFDMA (como se muestra en la Figura 6A) o pueden distribuirse sobre más de una de la pluralidad de subportadoras de la señal OFDMA, o una combinación de ambas distribuciones. En la modalidad alternativa de la Figura 6C, hay diez periodos de símbolo del canal de sincronización en la estructura de la trama 640. Para acomodar una secuencia GCL común más larga (por ejemplo, más larga que

treinta y ocho elementos de secuencia), una primera porción 650 del canal de sincronización incluye dos periodos de símbolo OFDMA 660, 670. El primer periodo de símbolo OFDMA 660 puede usarse como un indicador del límite de la trama. De acuerdo con la modalidad alternativa de la presente invención, los elementos de secuencia del canal de sincronización se mapean a cada segunda subtrama de manera que los primeros canales de sincronización 650, que incluyen setenta y cinco subportadoras, se mapean al primer periodo de símbolo OFDMA 660 y al segundo periodo de símbolo OFDMA 670. Cada uno de los periodos de símbolo OFDMA 660, 670 con la secuencia GCL común incluye treinta y ocho subportadoras, donde el uso de subportadoras pares mantiene la simetría predeterminada en el dominio del tiempo del canal de sincronización como se muestra en la Figura 7 y como se discutió anteriormente.

Las condiciones del canal pueden cambiar durante un desfase entre las subtramas. Para acomodar el procesamiento diferencial de los elementos de secuencia del canal de sincronización, el periodo de símbolo OFDMA posterior 670 puede repetirse, como se muestra en la Figura 6C, el último elemento de secuencia (por ejemplo, fase 37) del periodo de símbolo OFDMA anterior 620. Después de los primeros canales de sincronización 660, los segundos canales de sincronización 680 incluyen ocho periodos de símbolo OFDMA que tienen 592 elementos de secuencia del canal de sincronización mapeados a setenta y cinco subportadoras para cada periodo de símbolo OFDMA. Los ocho periodos de símbolo OFDMA 680 para los segundos canales de sincronización usan cada segunda subtrama y se llenan en forma de "zig-zag" (como se muestra) o cualquier patrón de llenado arbitrario de dos dimensiones como se discutió anteriormente, repitiendo el último elemento de secuencia de un periodo de símbolo OFDMA como el primer elemento de secuencia del próximo periodo de símbolo OFDMA. En consecuencia, el tercer periodo de símbolo OFDMA se llena con los elementos de secuencia de la señal del canal de sincronización (fases) 0 a 74 ordenados de arriba a abajo. El cuarto periodo de símbolo OFDMA se llena con los elementos de secuencia de la señal del canal de sincronización 74 a 148 ordenados de abajo a arriba.

Dentro de cada elemento de secuencia del canal de sincronización, los elementos de secuencia GCL pueden emplearse preferentemente de manera que el procesamiento diferencial de los elementos de secuencia GCL proporcionará la determinación del índice de la secuencia. Los elementos de secuencia GCL tienen 0 dB de relación de potencia de cresta/potencia media (PAPR) y propiedades de correlación cruzada óptima. Si se aplica una secuencia GCL en el dominio de la frecuencia en todas las subportadoras, las propiedades aún se mantienen para la correspondiente forma de onda en el dominio del tiempo dado que la transformada de Fourier de una secuencia GCL es también una secuencia GCL. Además, si se hace pasar una secuencia GCL a través de un demodulador diferencial, la secuencia de salida resultante es un exponencial complejo con una frecuencia que corresponde al índice de la secuencia original. Por lo tanto, al usar elementos de secuencia GCL, cada elemento de la secuencia de la señal del canal de sincronización tendrá propiedades del índice de la secuencia para determinar de manera inherente el índice de la secuencia de este. Como se mencionó anteriormente, también pueden usarse otros tipos de secuencias, pero se prefiere que la secuencia tenga propiedades que permitan la detección del índice de la secuencia basado en la demodulación diferencial de la secuencia. Un ejemplo de una secuencia que no sea GCL que tiene tales propiedades es una secuencia binaria de longitud máxima, dado que una demodulación diferencial de una secuencia binaria de longitud máxima produce una versión desplazada cíclicamente de la misma secuencia con un valor de desplazamiento predeterminado. Por lo tanto, con una secuencia binaria de longitud máxima, cada ID de celda puede asociarse con un valor de desplazamiento cíclico particular de la secuencia, y el ID de celda puede recuperarse basado en el procesamiento diferencial.

Con referencia a la Figura 8, un diagrama de bloques de la estación base OFDMA 110 incluye un controlador de la estación base 810 acoplado al controlador de la red 130 y controlar la operación de la estación base 110. El controlador se acopla al circuito receptor 812 y al circuito transmisor 814, y puede incluir además un interruptor receptor/transmisor 816 para controlar la transmisión y recepción de las señales OFDMA en la antena 818 si las comunicaciones en la antena 818 son dúplex. De esta manera, las señales OFDMA recibidas por el circuito receptor 812 se demodulan y se proporcionan al controlador 810 para su decodificación. Además, el controlador 810 proporciona señales al circuito transmisor 814 para su modulación y transmisión desde allí. Aunque se muestra una única antena 818, debe entenderse que las estaciones base 110 pueden configurarse, y típicamente se configuran, en sectores y pueden emplear múltiples antenas para recibir diversidad, y/o aplicaciones de conformación de haz de transmisión, codificación espacio-temporal, múltiples entradas múltiples salidas (MIMO), u otros esquemas de señalización de transmisión de diseño del sistema. Por lo tanto, son posibles muchas configuraciones de transmisión y recepción de la antena en varias modalidades y no se pretende que la Figura 8 sea una representación esquemática completa de tales configuraciones de la antena sino más bien que ilustre componentes que ayuden en el entendimiento de las modalidades descritas en la presente descripción. Con múltiples antenas, es útil comunicar el número de antenas a los dispositivos de comunicaciones inalámbricas 120 para saber cuántos flujos piloto buscar durante la obtención inicial y la búsqueda de celda. Por lo tanto, de acuerdo con una modalidad de la presente invención, la información específica adicional de la celda que puede transmitirse como parte de la señal del canal de sincronización puede incluir el número de antenas de la estación base 110 o la información del flujo piloto. El controlador 810 se acopla a un dispositivo de almacenamiento 820 que almacena la información para la operación de la estación base 110 tal como la información de identificación de la celda y otra información específica de la celda tal como la información de referencia de la frecuencia, la información de la antena de transmisión (tal como el número de antenas), la información del flujo piloto y la información de la longitud de prefijo cíclico.

De acuerdo con la presente invención, el controlador 810 incluye un generador de canal de sincronización 822 para generar una señal del canal de sincronización que tiene simetría en el dominio del tiempo dentro de una porción de ancho de banda de la señal OFDMA y que comprende al menos información de identificación parcial de la celda, el generador de canal de sincronización 822 proporciona la señal del canal de sincronización al circuito transmisor 816 para la transmisión desde estos. En ocasiones el generador de canal de sincronización 822 genera una señal del canal de sincronización que incluye al menos una porción de información específica adicional de la celda. Un generador de señal de datos 824 genera una señal de datos OFDMA para proporcionar al circuito transmisor 816 la transmisión desde este y, de acuerdo con un aspecto de la presente invención en donde el ancho de banda se divide en un conjunto de bloques de recursos, la señal de datos se transmite de manera simultánea con la señal del canal de sincronización en una porción de un ancho de banda abarcado por un número entero de bloques de recursos predeterminados cuando la señal del canal de sincronización abarca un ancho de banda menor que un ancho de banda abarcado por el número entero de bloques de recursos predeterminados. Los datos pueden ser transmisiones de voz o MBMS que son generados por un dispositivo de comunicaciones inalámbricas de llamada 120 o por un proveedor de contenido y pueden multiplexarse sobre las subportadoras e intercarse en la estación base 110 o el multiplexado puede llevarse a cabo por el controlador de la red 130. El generador de canal de sincronización 822 define la simetría en el dominio del tiempo de la señal del canal de sincronización en una modalidad al mapear señales de modulación y ceros sobre una pluralidad de subportadoras de este.

Con referencia a la Figura 9, la operación del generador de canal de sincronización 822 de acuerdo con la modalidad de la presente invención comienza al recuperar la información 910 del dispositivo de almacenamiento 820. Como mínimo, esta información incluye información de identificación de la celda que identifica de manera única la estación base 110 o al menos información de identificación parcial de la celda, tal como información de identificación de la celda del grupo. La información específica de la celda adicional, como se discutió anteriormente, también puede recuperarse 910.

A continuación, la señal del canal de sincronización se genera 912 al codificar la información de identificación de la celda. La señal del canal de sincronización se analiza en una pluralidad de elementos de secuencia del canal de sincronización 914. Después, se define la simetría predeterminada en el dominio del tiempo de la señal del canal de sincronización 916. De acuerdo con la presente invención, la etapa 916 incluiría proporcionar un número par de subportadoras en un bloque de recursos y puede incluir mapear la señal del canal de sincronización generada como símbolos de modulación y ceros sobre una pluralidad de subportadoras donde los símbolos de modulación se mapean a cada enésima subportadora de al menos una porción de las subportadoras utilizadas para la señal del canal de sincronización, donde n es un entero mayor que o igual a dos.

Después de definida la simetría en el dominio del tiempo 916, la señal del canal de sincronización se proporciona 918 al circuito transmisor 816 para la transmisión desde la estación base 110. La señal del canal de sincronización se transmite periódicamente desde la estación base 110 para permitir la obtención inicial y la búsqueda de celda. Por lo tanto, la señal del canal de sincronización puede, además de lo anterior, proporcionarse al circuito transmisor 816 de manera redundante ya sea en el tiempo o través de subportadoras para una obtención inicial y búsqueda de celdas mejoradas. La redundancia y el contenido de la señal del canal de sincronización pueden ser revisados y/o redefinidos con base en el ancho de banda de la señal OFDMA (es decir, en respuesta a la escala del ancho de banda de la señal OFDMA).

Con referencia a la Figura 10, se muestra un dispositivo de comunicaciones inalámbricas 120 de acuerdo con la modalidad de la presente invención. El dispositivo de comunicaciones inalámbricas 120 incluye una antena 1002 para recibir y transmitir señales de radiofrecuencia (RF). Un interruptor de recepción/transmisión 1004 acopla de manera selectiva la antena 1002 al circuito receptor 1006 y al circuito transmisor 1008 de una manera familiar para los expertos en la técnica. El circuito receptor 1006 demodula y decodifica las señales de RF para obtener información de estas y se acopla a un controlador 1010 para proporcionar la información decodificada a este para su utilización de acuerdo con la(s) función(es) del dispositivo de comunicaciones inalámbricas 120. El controlador 1010 proporciona además información al circuito transmisor 1008 para codificar y modular información en señales de RF para la transmisión desde la antena 1002. Aunque se representa una única antena 1002, los expertos en la técnica reconocerán que pueden usarse diversas antenas con diversos receptores para una recepción de señal mejorada.

El controlador 1010 se acopla a circuito de interfaz del usuario 1012 que incluye, por ejemplo, una pantalla para presentar la salida de video a un usuario, una bocina para proporcionar la salida de audio al usuario, un micrófono para recibir una entrada de voz, y controles del usuario, tales como un teclado, para recibir entradas del usuario. El controlador 1010 se acopla además a un dispositivo de memoria no volátil 1014 para almacenar la información en este y para recuperar y utilizar la información en este.

De acuerdo con la modalidad de la presente invención, el circuito receptor 1006 incluye un dispositivo de filtro de la señal del canal de sincronización 1016 para aislar una porción del ancho de banda de la señal OFDMA que incluye la señal del canal de sincronización. El dispositivo de filtro de la señal del canal de sincronización 1016 puede ser un filtro pasobanda o cualquier otro dispositivo o proceso para filtrar la señal OFDMA para aislar una porción localizada del ancho de banda de la señal OFDMA. Por ejemplo, puede utilizarse una transformada rápida de Fourier (FFT) para aislar la porción localizada de ancho de banda de la señal OFDMA durante el procesamiento en lugar de un

filtro de hardware. Una vez aislada, la señal se proporciona al controlador para el procesamiento de obtención inicial y búsqueda de celda.

5 Con referencia a la Figura 11, el proceso de obtención inicial de señal y búsqueda de celda comienza al examinar la señal filtrada por el filtro 1016 para determinar si hay alguna señal 1110. Cuando se detecta una señal 1110, el método de obtención inicial y búsqueda de celda se lleva a cabo de acuerdo con la presente invención. Primero, la simetría predeterminada en el dominio del tiempo de la señal del canal de sincronización se utiliza para llevar a cabo la detección aproximada de temporización de símbolo OFDMA y la detección de desplazamiento de frecuencia fraccional 1112. Esta etapa 1112 puede llevarse a cabo por correlación diferencial de la señal del canal de sincronización recibida que se calcula en el dominio del tiempo o por cálculo de correlación con elementos conocidos de secuencia de la señal del canal de sincronización en el dominio del tiempo.

15 Las secuencias de tipo chirp generalizado (GCL) son preferentemente adecuadas para el procesamiento diferencial de acuerdo con la modalidad de la presente invención. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, la presente invención puede usar otros tipos de secuencias. Las formas de ondas en el dominio del tiempo de las señales OFDM moduladas con GCL tienen una PAPR baja. Además, debido al uso de diferentes índices de las secuencias GCL, cualquier par de los elementos de secuencia tendrá una correlación cruzada baja en todos los retrasos de tiempo, lo que mejora la detección de código y estimación CIR. Además, las secuencias GCL tienen amplitud constante, y la DTF en el punto N_G de las secuencias GCL también tiene amplitud constante. Las secuencias GCL de cualquier longitud tienen adicionalmente una autocorrelación cíclica "ideal" (es decir, la correlación con la versión desplazada circularmente de sí misma es una función delta). Y el valor absoluto de la función de correlación cruzada cíclica entre cualesquiera dos secuencias GCL es constante e igual a $1/\sqrt{N_G}$, cuando $|u_1 - u_2|$, u_1 , y u_2 son todos relativamente primos a N_G (una condición que puede garantizarse fácilmente si N_G es un número primo).

25 La correlación cruzada $1/\sqrt{N_G}$ en todos los retrasos en realidad logra el valor mínimo de correlación cruzada para cualesquiera dos elementos de secuencia que tienen la propiedad de autocorrelación ideal (lo que significa que se logra el mínimo teórico del valor máximo de la correlación cruzada sobre todos los retrasos). El mínimo se logra cuando las correlaciones cruzadas en todos los retrasos es igual a $1/\sqrt{N_G}$. La propiedad de correlación cruzada permite que el impacto de una señal de interferencia se distribuya de manera uniforme en el dominio del tiempo después de correlacionar la señal recibida con la secuencia deseada en el dominio del tiempo. Por lo tanto, el símbolo de búsqueda de celda puede también usarse para llevar a cabo o ayudar en la estimación de canal coherente en el dispositivo inalámbrico incluso antes de que se procesen los símbolos piloto transmitidos. En comparación con preámbulos BPSK o incluso QPSK, las secuencias GCL de valores complejos pueden construirse de manera sistemática con buena PAPR y buena correlación garantizadas.

35 El procesamiento diferencial de los elementos de secuencia GCL permite la búsqueda de celda rápida de una etapa para elementos de secuencia GCL, etapa 1112. Para facilitar el procesamiento diferencial de acuerdo con la modalidad de la presente invención, los elementos de secuencia se han generado preferentemente de acuerdo con una metodología de diseño de secuencia para una longitud de secuencia N_p donde un número primo N_G es el número primo más pequeño más grande que N_p . El entero "u" es el índice de la secuencia. Los elementos de secuencia se generaron de acuerdo con

$$45 \quad S_u(k) = \exp\left\{-j2\pi u \frac{k(k+1)}{2N_G}\right\}, \quad k=0 \dots N_G-1, \quad \text{y } u=1 \dots N_G-1$$

50 N_G-1 elementos de secuencia se generan con una correlación cruzada cíclica óptima entre cualquier par de ellos. Los elementos de secuencia se han truncado a N_p y distribuido sobre N_p subportadoras. Debido al sobremuestreo introducido en la señalización OFDMA con subportadoras nulas, y también el uso del ancho de banda localizado para la señal de sincronización, la PAPR se degradará a diferentes grados para diferentes "u" desde el valor teórico de 0dB (a la velocidad de muestreo de Nyquist). Si se desea, pueden escogerse los índices que tienen la mejor PAPR entre N_G-1 candidatos. Las secuencias de búsqueda de celda usadas por diferentes celdas se obtienen de diferentes índices "u" de estos elementos de secuencia GCL. El índice "u" también actuará como un ID de celda.

55 La búsqueda de celda 1112 determina directamente los índices de secuencia "u" (y por lo tanto las ID de celda o las ID de grupo más fuertes o candidatas) de la señal recibida. Primero, se determina la temporización de símbolo de búsqueda de celda OFDMA aproximada (por ejemplo, usando la simetría en el dominio del tiempo del símbolo de búsqueda de celda). Después, se estima y elimina la parte fraccional del desplazamiento de frecuencia (por ejemplo, en base a la fase del pico de correlación diferencial del medio símbolo). Después de estas etapas, un bloque de N muestras recibidas en el dominio del tiempo que representan el símbolo de búsqueda de celda recibido se transforma al dominio de la frecuencia usando el proceso de FFT usual.

60 Asumiendo que un desplazamiento de frecuencia entero puede aún estar presente, las subportadoras ocupadas (pares vs. impares) pueden determinarse a continuación mediante diferentes técnicas tales como a detector de energía máxima (por ejemplo, energía total en las subportadoras pares del símbolo de búsqueda de celda vs. energía en las subportadoras impares). Los datos en el dominio de la frecuencia en las subportadoras ocupadas

como $Y(m)$ para $m = 1$ a N_p (es decir, ignorando las subportadoras no usadas) se denotan, donde $S_u(m)$ es la secuencia GCL mapeada sobre esas subportadoras.

5 A continuación, un vector de valores "basados en diferenciales" se calcula en base a los pares de subportadoras ocupadas. Estos valores, los cuales se obtienen al demodular de manera diferencial las subportadoras ocupadas del símbolo recibido, se recogen convenientemente en forma vectorial (por ejemplo, un vector basado en diferenciales) para un procesamiento basado en FFT eficiente. El vector basado en diferenciales se calcula como

$$10 \quad Z(m) = Y(m) * Y^*(m + 1), m = 1, \dots, N_p - 1$$

donde "*" denota conjugación. Otras formas de obtener el vector "basado en diferenciales" puede incluir, pero sin limitarse a:

$$15 \quad Z(m) = Y(m)/Y(m + 1), m = 1, \dots, N_p - 1$$

o

$$20 \quad Z(m) = Y(m)/Y(m + 1) / \text{abs}(Y(m)/Y(m + 1)), m = 1, \dots, N_p - 1$$

donde "abs()" denota el valor absoluto.

Asumiendo que solo hay una estación base, y que transmite un símbolo de búsqueda de celda con un índice de secuencia GCL de u , y que el canal no cambia de manera significativa entre dos subportadoras ocupadas adyacentes, lo que se satisface aproximadamente mientras la separación de las subportadoras ocupadas no sea muy grande, ignorando la amplitud del canal y el desplazamiento de frecuencia, $Y(m) * Y^*(m + 1)$ es aproximadamente igual a

$$25 \quad Z(m) = Y(m) * Y^*(m + 1) \approx |H(m)|^2 S_u(m) S_u^*(m + 1) = |H(m)|^2 \exp\left\{-j2\pi u \frac{m+1}{N_G}\right\}, m = 1, \dots, N_p - 1. (5)$$

30 Por lo tanto, la información de índice de secuencia u se transporta en el vector basado en diferenciales. En el caso de múltiples celdas, al procesar el vector basado en diferenciales e identificar un conjunto de componentes de frecuencia prominentes del vector, podemos identificar el índice de celda más fuerte y uno o más índices de posibles candidatos de transferencia también. Para obtener los componentes en el dominio de la frecuencia, una herramienta comúnmente usada es tomar una FFT o TFFT (digamos en el punto T , $T \geq N_p - 1$) en $\{Z(m)\}$ (etapa 1114) para obtener

$$35 \quad \{z(n)\} = \text{IFFT}_T(\{Z(m)\}), m = 1, \dots, N_p - 1, n = 1, \dots, T.$$

La posición del pico (digamos n_{\max}) de $\{z(n)\}$ da información sobre el índice de celda más fuerte u , es decir, el mapeo entre el componente de frecuencia prominente identificado en n_{\max} a un índice de secuencia transmitido correspondiente se determina como

$$40 \quad \frac{u}{N_G} = \frac{n_{\max}}{T} \quad (7)$$

45 Los valores pico son también estimados aproximados de la energía del canal en las subportadoras ocupadas. Por lo tanto, la IFFT de la señal del canal de sincronización en el dominio de la frecuencia se usa para detectar el límite de la trama y decodificar la información de identificación de la celda 1114. Por lo tanto, utilizar las propiedades del índice de la secuencia de los elementos de secuencia del canal de sincronización, multiplicando un elemento de secuencia por el conjugado complejo de un próximo elemento de secuencia derivará el índice de la secuencia u 1114. En consecuencia, en una única etapa, el controlador 1010 puede llevar a cabo la detección del índice de secuencia GCL para extraer la información específica de la celda (por ejemplo, u) de la señal del canal de sincronización. Cuando la señal del canal de sincronización se determina para que sea, en algunas modalidades, la señal más fuerte del canal de sincronización 1116, se establece la comunicación OFDMA inalámbrica con la estación base 1118.

55 Nótese que a los fines de la explicación, las ecuaciones anteriores fueron descritas para el caso donde los elementos de secuencia GCL se mapean a diferentes subportadoras de un periodo de símbolo OFDMA. Sin embargo, el método de detección propuesto puede aplicarse además cuando la secuencia se mapea en otras formas, tal como "zig-zag". En general, la etapa de demodulación diferencial puede llevarse a cabo sobre elementos de secuencia adyacentes incluso si los elementos de secuencia adyacentes se mapean a diferentes periodos de símbolos OFDMA y/o diferentes subportadoras. Además, el procesamiento diferencial de múltiples instancias recibidas del canal de sincronización se puede combinar para mejorar aún más la robustez de detección. Múltiples instancias recibidas del canal de sincronización pueden estar disponibles debido a la diversidad de recepción con múltiples antenas, o por las señales de sincronización recibidas posteriormente que son transmitidas periódicamente por la estación base, por ejemplo.

5 Como se describió para algunas modalidades de la invención, la simetría en el dominio del tiempo de la señal de sincronización puede proporcionarse al mapear símbolos de modulación o elementos de secuencia a subportadoras de números pares en el ancho de banda del canal de sincronización localizado y ceros a otras subportadoras en el ancho de banda del canal de sincronización localizado. Otras modalidades de la invención pueden utilizar otros métodos para proporcionar simetría en el dominio del tiempo. Un ejemplo incluye mapear símbolos de modulación o elementos de secuencia a cada n -ésima subportadora en el ancho de banda del canal de sincronización localizado y ceros a las otras subportadoras en el ancho de banda del canal de sincronización localizado, donde N es un entero positivo, y donde la subportadora en el ancho de banda del canal de sincronización localizado que contiene la primera de cada n -ésima subportadora puede escogerse de manera arbitraria. Un ejemplo adicional es usar símbolos de modulación o elementos de secuencia que son puramente reales (es decir, su parte imaginaria es cero) en el ancho de banda del canal de sincronización localizado, dado que la transformada de Fourier de una señal real es simétrica en magnitud alrededor de su porción central. Los métodos del diseño de secuencia y/o mapeo y/o repetición de señal diferentes a los ejemplos proporcionados también pueden usarse para proporcionar simetría predeterminada en el dominio del tiempo.

20 Por lo tanto, puede observarse que la presente invención proporciona un método de obtención inicial y de búsqueda de celda que utiliza elementos de secuencia de la señal del canal de sincronización con baja carga computacional y un pequeño número de etapas de procesamiento del receptor que sin embargo proporciona las cuatro funciones principales de obtención inicial y búsqueda de celda (es decir, detección de temporización de símbolo OFDMA, detección de error de frecuencia, detección del límite de la trama y detección de información específica de la celda) en un sistema OFDMA que admite anchos de banda de múltiples sistemas, tanto sistemas sincronizados como no sincronizados, un gran índice de celda y una estructura de símbolo OFDMA con longitud de prefijo cíclico corta y larga. Aunque al menos una modalidad ilustrativa se ha presentado en la anterior descripción detallada de la invención, se apreciará que existe un gran número de variaciones. Se apreciará además que la modalidad ilustrativa o las modalidades ilustrativas son solo ejemplos, y no se pretende que limiten el alcance, la aplicabilidad, o la configuración de la invención de ninguna manera. Más bien, la descripción detallada anterior proporcionará a los expertos en la técnica una guía conveniente para implementar una modalidad ilustrativa de la invención, entendiéndose que se pueden realizar varios cambios en la función y disposición de los elementos descritos en una modalidad ilustrativa sin apartarse del alcance de la invención que es determinado solamente por el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método llevado a cabo por una estación base (110) en un sistema de comunicaciones inalámbricas (100) en donde la estación base (110) tiene información de identificación de la celda asociada a ella, la información de identificación de la celda asociada con la estación base (110) que se almacena en un dispositivo de almacenamiento (820) de esta, la estación base incluye además un generador de canal de sincronización (822) para generar un señal del canal de sincronización, y el circuito transmisor (816) para transmitir una señal de acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales OFDMA, el método comprende las etapas de: generar, mediante el generador de canal de sincronización (822), un señal del canal de sincronización, en donde la señal del canal de sincronización comprende una secuencia dividida en una pluralidad de elementos de secuencia de la señal del canal de sincronización, en donde la secuencia es un tipo de secuencia tipo chirp generalizado GCL, o un tipo de secuencia binaria de longitud máxima, para un tipo de secuencia GCL, un índice de la secuencia GCL se define en respuesta a la información de identificación de la celda almacenada en el dispositivo de almacenamiento de la estación base, para un tipo de secuencia binaria de longitud máxima, un cambio cíclico de la secuencia binaria de longitud máxima se define en respuesta a la información de identificación de la celda almacenada en el dispositivo de almacenamiento (820) de la estación base (110); y transmitir, mediante el circuito transmisor (816), la señal OFDMA que incluye la señal del canal de sincronización.
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1 en donde la información de identificación de la celda es la información de identificación parcial de la celda que identifica un grupo de estaciones base individuales que incluyen la estación base o es la información de identificación completa de la celda única para la estación base para identificar la estación base.
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 en donde la señal OFDMA comprende una pluralidad de subportadoras, y en donde la etapa de transmitir la señal OFDMA comprende la etapa de mapear elementos de secuencia de la señal del canal de sincronización de la señal del canal de sincronización generada para cada enésima subportadora de al menos una porción de la pluralidad de subportadoras, donde n es un entero mayor que o igual a dos.
4. El método de acuerdo con la reivindicación 1 en donde la etapa de transmitir la señal OFDMA comprende la etapa de transmitir la señal OFDMA que comprende una pluralidad de tramas (200), cada una de la pluralidad de tramas que comprende una pluralidad de subtramas (320), la señal del canal de sincronización es transmitida una vez cada N subtramas, en donde N es veinte o una alícuota de veinte.
5. El método de acuerdo con la reivindicación 4 en donde la etapa de transmitir la señal OFDMA comprende la etapa de transmitir la señal OFDMA en donde la señal del canal de sincronización se transmite una vez cada N subtramas (320), en donde N es igual a veinte y cada subtrama tiene una duración de 0,5 ms y comprende una pluralidad de símbolos OFDMA (230).
6. Una estación base de acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales OFDMA que comprende un generador de canal de sincronización (822) para generar un señal del canal de sincronización, un circuito transmisor (816) para transmitir una señal de acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales OFDMA, y un dispositivo de almacenamiento (820), en donde la estación base (110) tiene información de identificación de la celda asociada a ella, la información de identificación de la celda asociada con la estación base (110) que se almacena en el dispositivo de almacenamiento (820), la estación base que se configura para llevar a cabo las etapas del método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior.
7. Un método llevado a cabo por un dispositivo de comunicaciones inalámbricas (120) que incluye un circuito receptor (1006) para recibir y demodular una señal de acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales OFDMA, que incluye una señal del canal de sincronización y un controlador (1010) para detectar la señal del canal de sincronización, el método comprende las etapas de: recibir, mediante el circuito receptor (1006), la señal OFDMA que incluye la señal del canal de sincronización desde una estación base (110) que transmite la señal OFDMA, la señal del canal de sincronización que comprende una secuencia dividida en una pluralidad de elementos de secuencia de la señal del canal de sincronización, en donde la secuencia es de tipo chirp generalizado GCL, o un tipo de secuencia binaria de longitud máxima; detectar, mediante el controlador (1010), dichos elementos de secuencia de la señal del canal de sincronización de la señal del canal de sincronización dentro de la señal OFDMA; y determinar, mediante el controlador (1010), cuando dicha secuencia es de tipo GCL, la información de identificación de la celda asociada con la estación base que transmite la señal OFDMA en respuesta a un índice de la secuencia GCL de los elementos de secuencia de la señal del canal de sincronización o determinar, mediante el controlador (1010), cuando dicha secuencia es de tipo binaria de longitud máxima, la información de identificación de la celda asociada con la estación base que transmite la señal OFDMA en respuesta a un cambio cíclico de la secuencia binaria de longitud máxima de los elementos de secuencia de la señal del canal de sincronización.

- 5 8. El método de acuerdo con la reivindicación 7 en donde la información de identificación de la celda es la información de identificación parcial de la celda que identifica un grupo de estaciones base individuales que incluye la estación base o es la información de identificación completa de la celda única para la estación base para identificar la estación base.
- 10 9. El método de acuerdo con la reivindicación 7 en donde la señal OFDMA comprende una pluralidad de subportadoras, y en donde la etapa de detectar la pluralidad de elementos de secuencia de la señal del canal de sincronización comprende la etapa de detectar elementos de secuencia de la señal del canal de sincronización mapeados para cada n ésima subportadora de al menos una porción de la pluralidad de subportadoras, donde n es un entero mayor que o igual a dos.
- 15 10. El método de acuerdo con la reivindicación 7 en donde la señal OFDMA comprende una pluralidad de tramas (200), cada una de la pluralidad de tramas que comprende una pluralidad de subtramas (320), y en donde la etapa de detectar la pluralidad de elementos de secuencia de la señal del canal de sincronización comprende la etapa de detectar los elementos de secuencia de la señal del canal de sincronización dentro de cada N subtramas de la pluralidad de subtramas, en donde N es veinte o una alícuota de veinte.
- 20 11. El método de acuerdo con la reivindicación 7 en donde la señal OFDMA comprende una pluralidad de tramas (200), cada una de la pluralidad de tramas que tiene límites de tramas, y en donde la etapa de detectar los elementos de secuencia de la señal del canal de sincronización comprende la etapa de detectar los límites de tramas en respuesta a la recepción de los elementos de secuencia de la señal del canal de sincronización.
- 25 12. Un dispositivo de comunicaciones inalámbricas (120) que incluye un circuito receptor (1006) para recibir y demodular una señal de acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales OFDMA, que incluye una señal del canal de sincronización y un controlador (1010) para detectar la señal del canal de sincronización, el dispositivo de comunicaciones inalámbricas (120) que se configura para llevar a cabo las etapas del método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7-11.

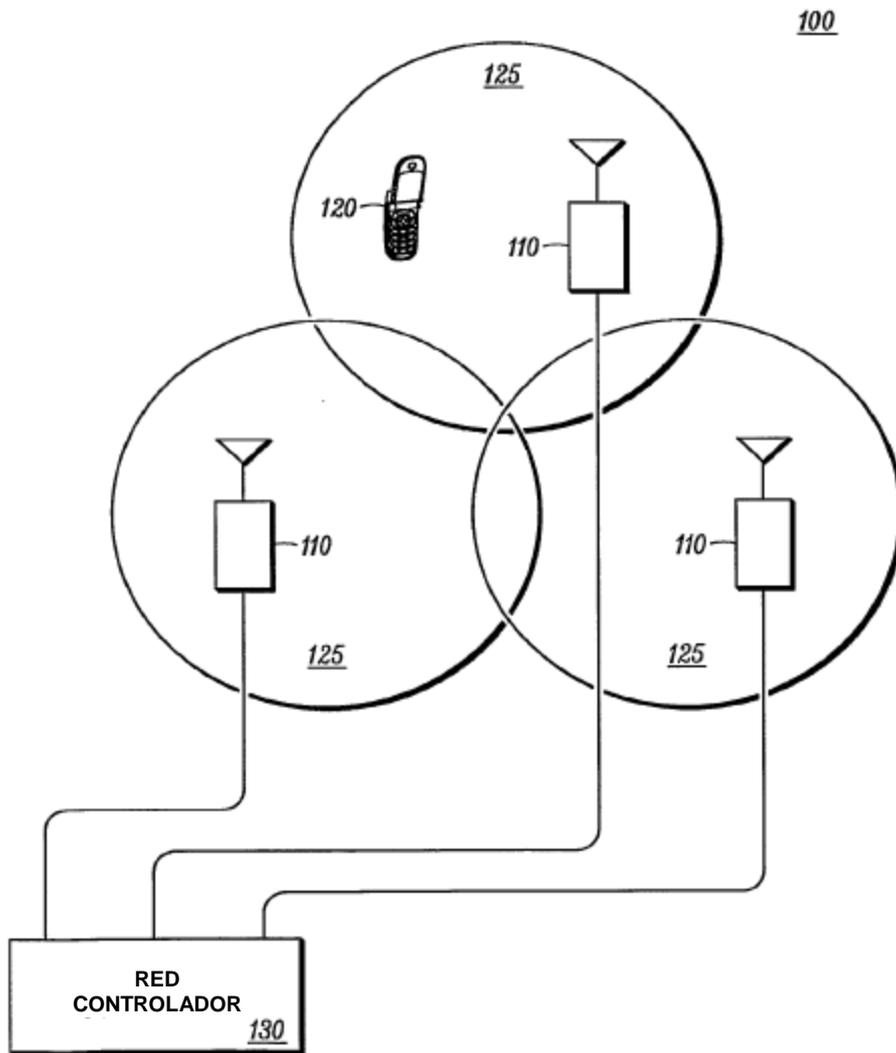


Figura 1

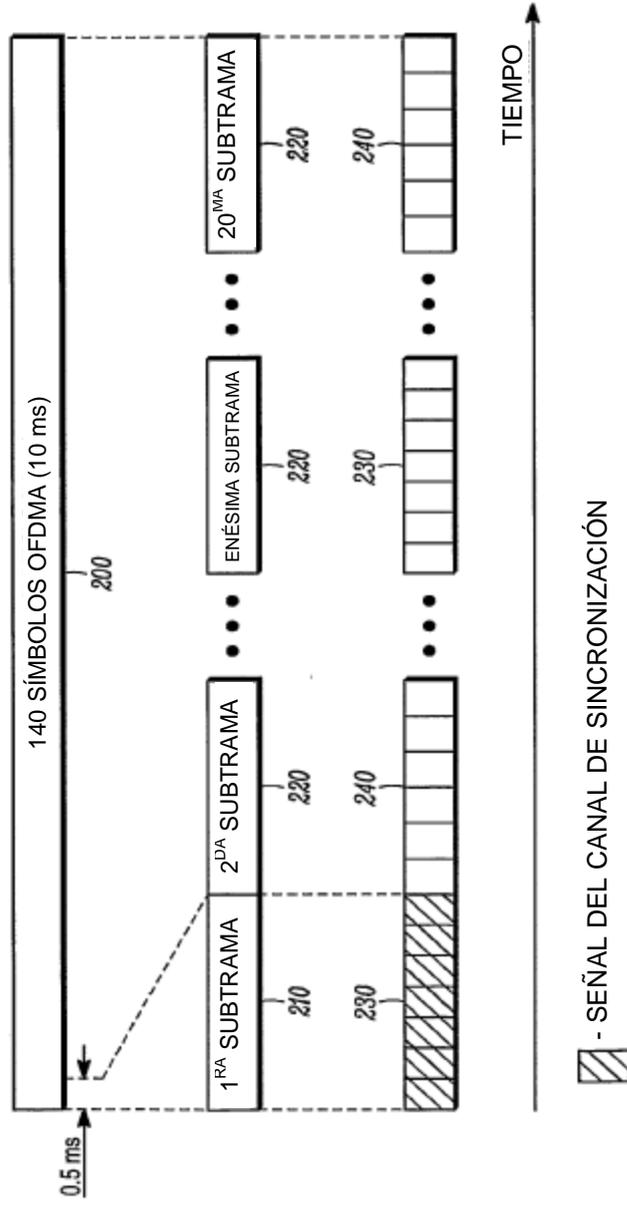


Figura 2

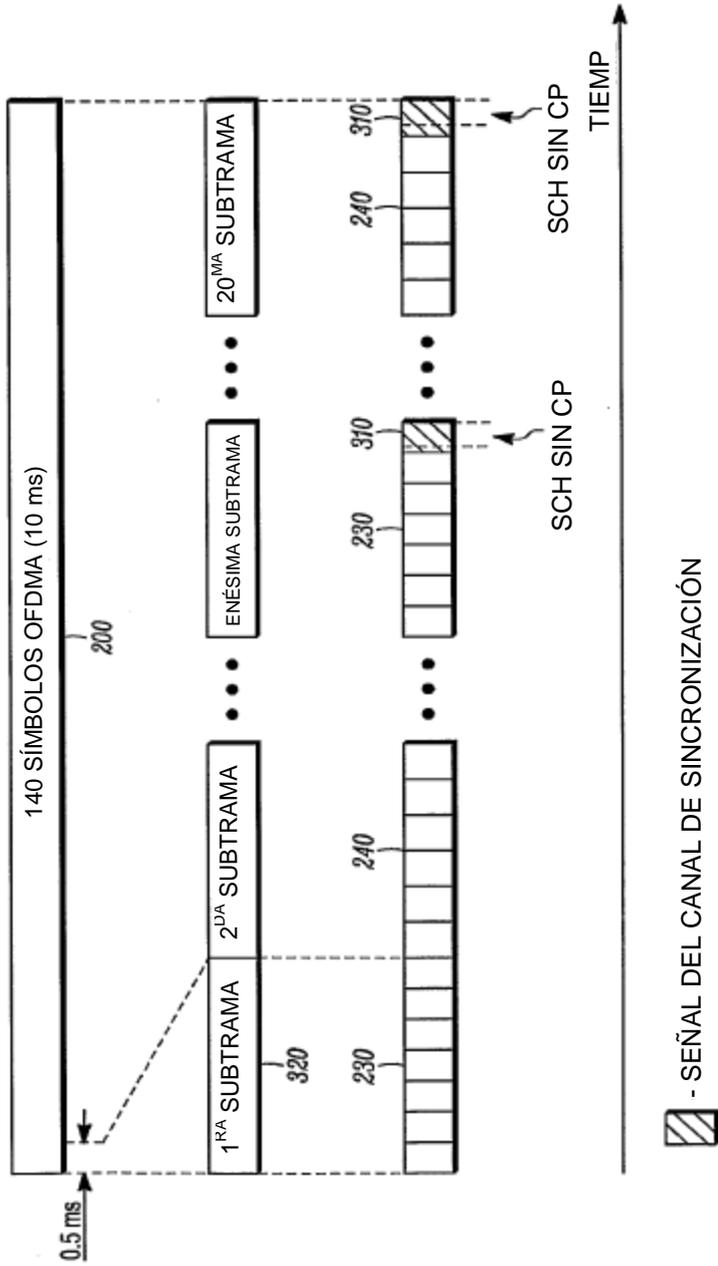


Figura 3

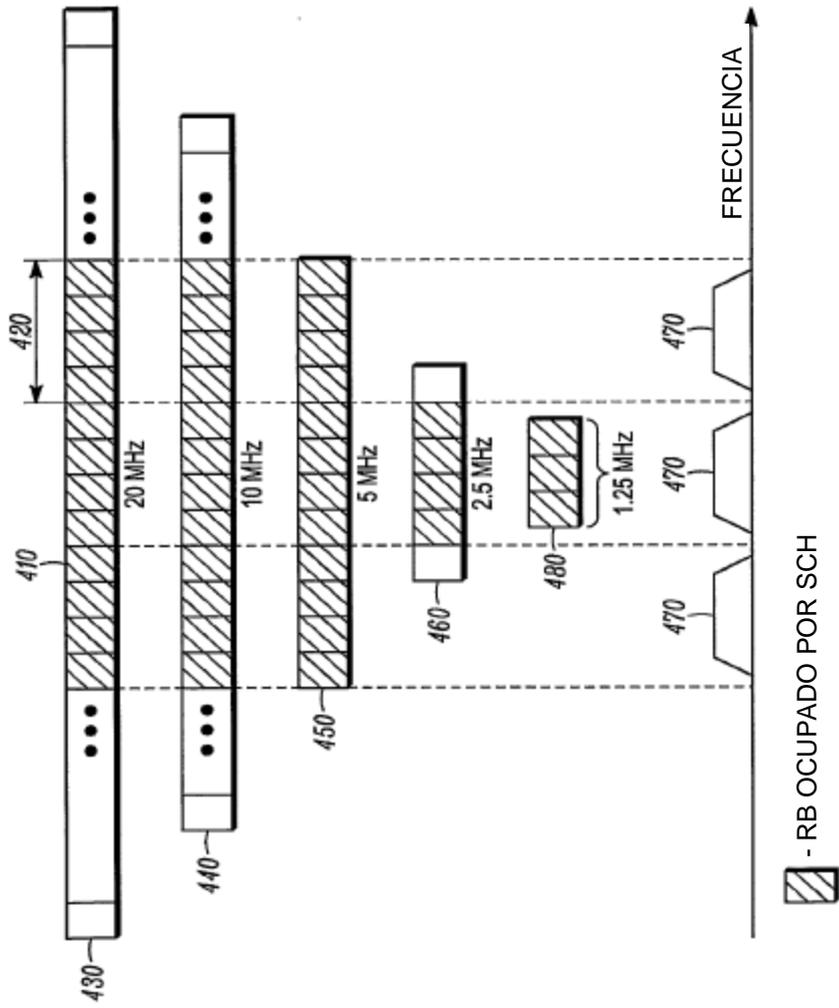


Figura 4

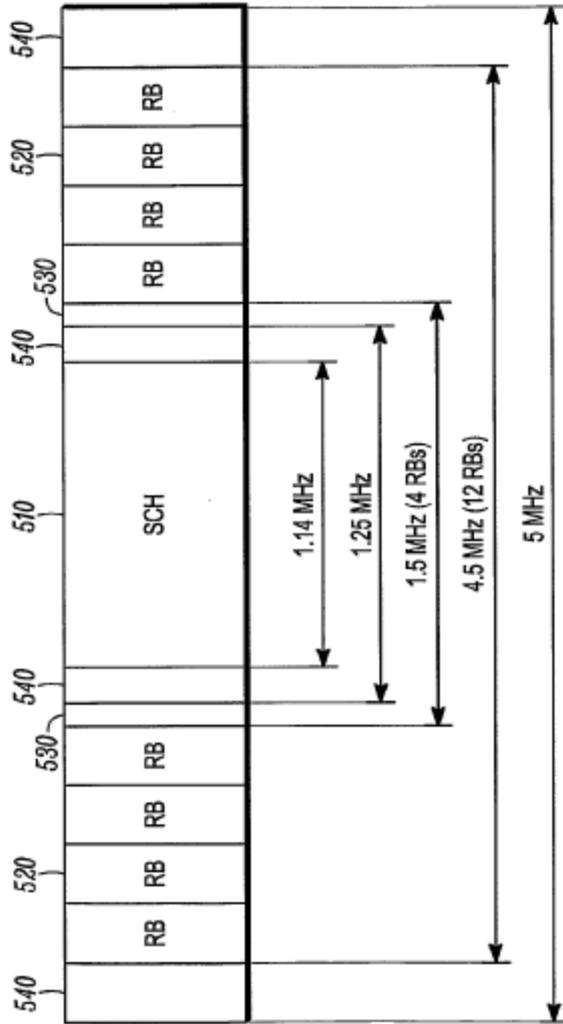


Figura 5

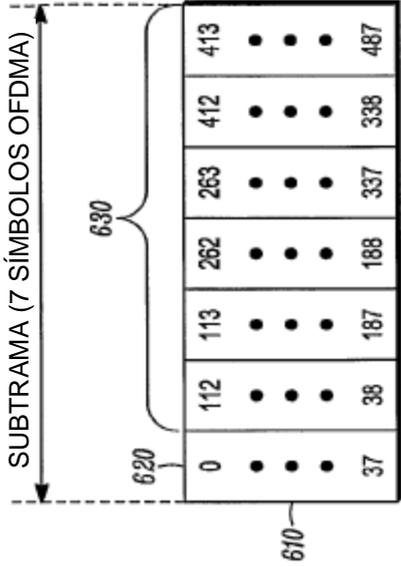


Figura 6B

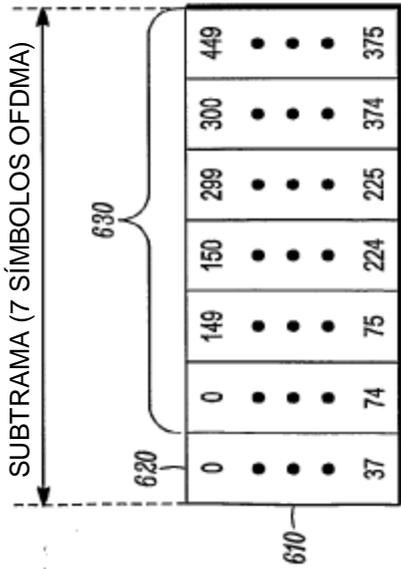


Figura 6A

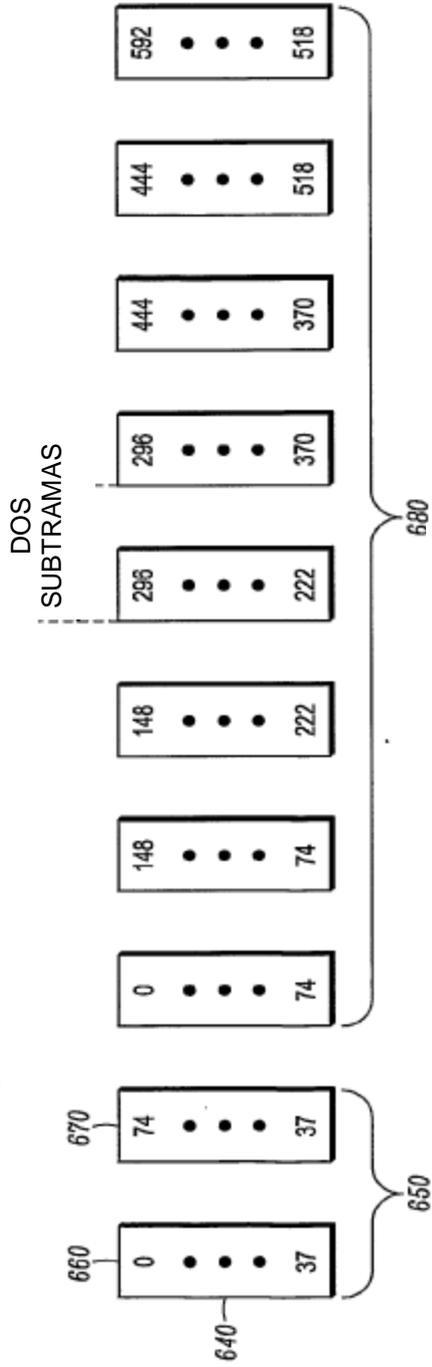
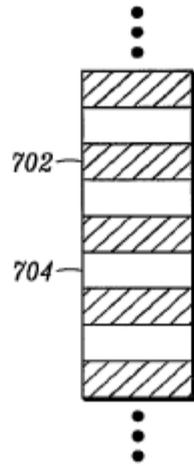


Figura 6C



 - SUBPORTADORA OCUPADA

Figura 7

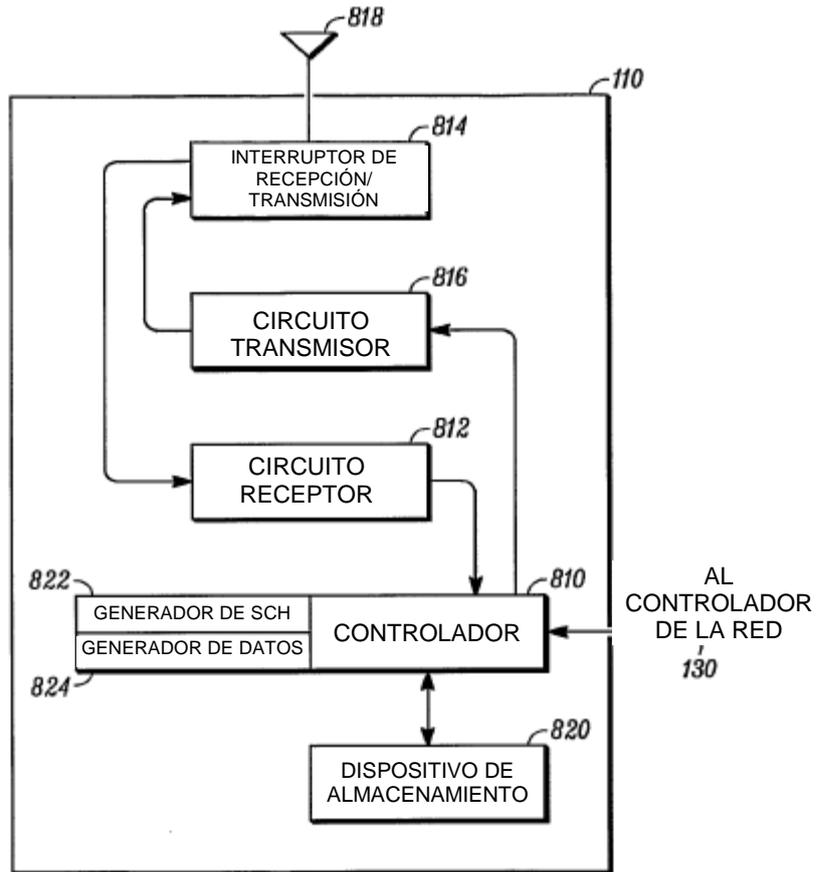


Figura 8

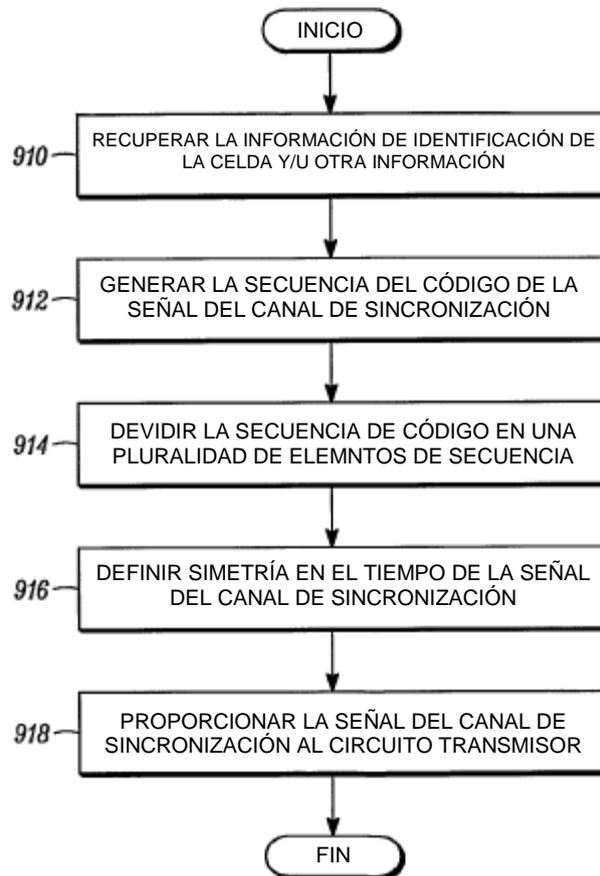


Figura 9

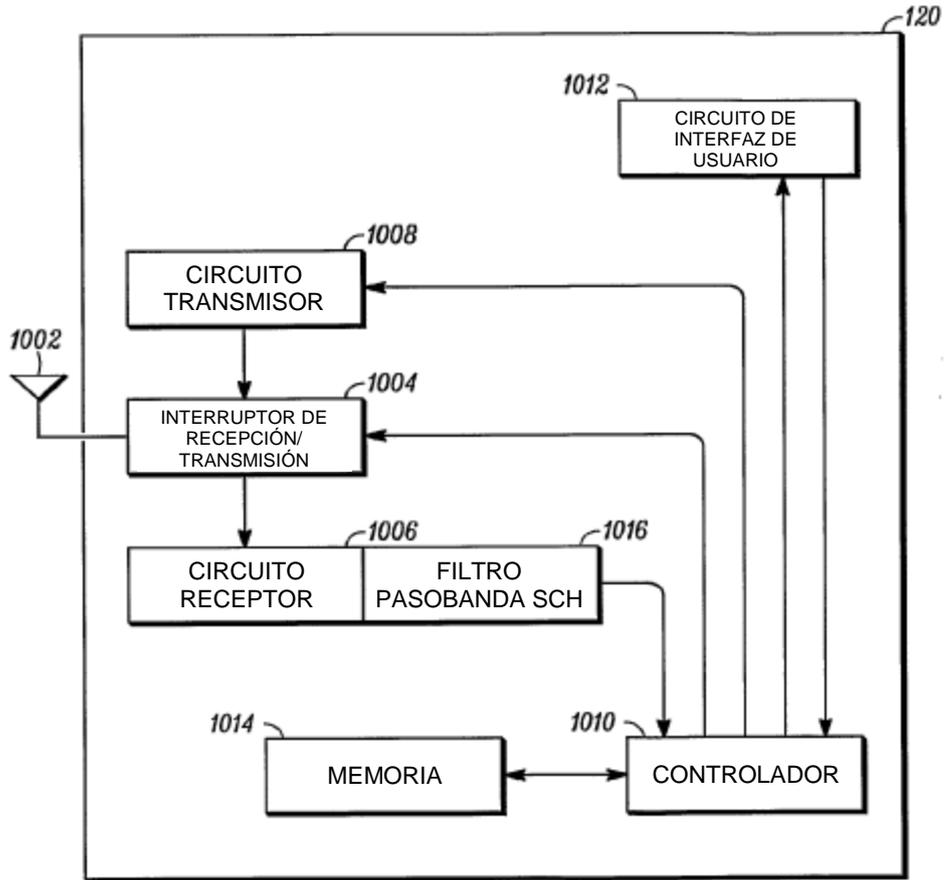


Figura 10

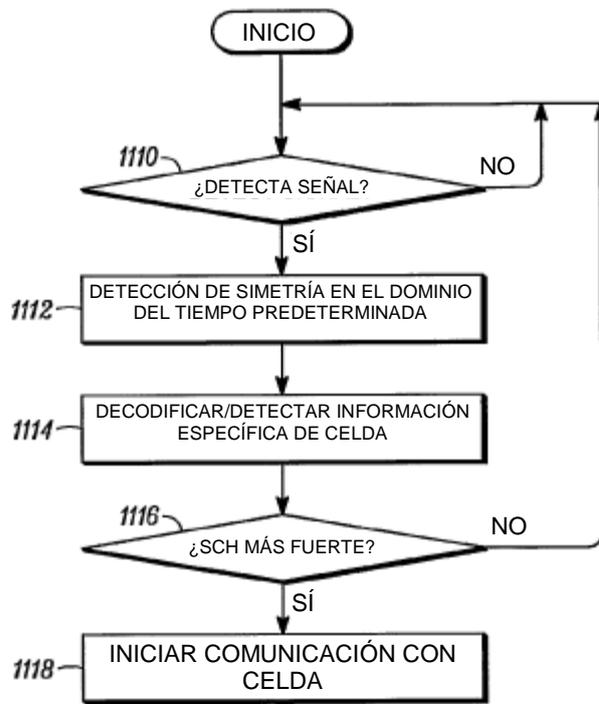


Figura 11