(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 684 122**

(51) Int. Cl.:

H04B 1/707 (2011.01)
H04L 27/26 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.10.2007** **PCT/US2007/082190**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **15.05.2008** **WO08057752**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.10.2007** **E 07854318 (8)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.08.2018** **EP 2080277**

(54) Título: **Método y aparato para la búsqueda rápida de celdas**

(30) Prioridad:

06.11.2006 US 864456 P
05.12.2006 US 566776

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.10.2018

(73) Titular/es:

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

(72) Inventor/es:

FUKUTA, MASAYA y
AKITA, HIDENORI

(74) Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 684 122 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 la búsqueda rápida de celdas

Campo de la invención

La presente invención se refiere generalmente a la búsqueda rápida de celdas, y en particular a un método y aparato para la identificación rápida de una celda o sector de servicio durante el acceso inicial o periódico, o el traspaso en un sistema de comunicaciones móviles.

Antecedentes de la invención

En una red celular móvil, el área de cobertura geográfica se divide en muchas celdas, a cada una de las cuales les presta servicio una estación base (BS). Cada celda puede dividirse además en un número de sectores. Cuando una estación móvil (MS) está encendida, esta necesita buscar una BS en la que registrarse. Además, cuando la MS descubre que la señal de la celda actual que presta servicio se vuelve débil, esta debe prepararse para un traspaso a otra celda/sector. Debido a esto, se requiere que la MS busque una buena BS con la cual comunicarse, probablemente entre una lista de candidatos proporcionada por la celda actual que presta servicio. La capacidad de identificar rápidamente una BS para hacer el registro inicial o el traspaso es importante para reducir la complejidad del procesamiento y por lo tanto disminuir el consumo de energía.

La función de búsqueda de la celda se lleva a cabo a menudo con base en la señal de referencia específica de una celda (o preámbulo) transmitida periódicamente. Un método directo es realizar una búsqueda exhaustiva al tratar de detectar cada señal de referencia y después determinar la mejor BS. Existen dos criterios importantes cuando se determinan secuencias de referencia para celdas o sectores. Primero, las secuencias de referencia deberían permitir una buena estimación del canal a todos los usuarios dentro de su área de servicio, que a menudo se obtiene de un proceso de correlación con la referencia de la celda deseada. Además, dado que un móvil recibirá señales enviadas desde otros sectores o celdas, una buena correlación cruzada entre las señales de referencia es importante para minimizar el efecto de interferencia en la estimación del canal a la celda deseada.

Tal como la autocorrelación, la correlación cruzada entre dos secuencias es una secuencia en sí que corresponde a diferentes desplazamientos relativos. Precisamente, la correlación cruzada en el desplazamiento *d* se define como el resultado de la suma de todas las entradas después de una multiplicación por elementos entre una secuencia y otra secuencia que está conjugada y desplazada por *d* entradas con respecto a la primera secuencia. Una “buena” correlación cruzada significa que los valores de la correlación cruzada en todos los desplazamientos son tan uniformes como sea posible de manera que después de correlacionarlos con la secuencia de referencia deseada, la interferencia puede distribuirse uniformemente y por lo tanto el canal deseado puede estimarse de manera más confiable. La minimización de los valores máximos de la correlación cruzada en todos los desplazamientos, que se logra cuando estos son todos iguales, se refiere como correlación cruzada “óptima”. Por lo tanto, existe una necesidad de un método y aparato para una técnica de búsqueda rápida de celda que utiliza una secuencia de referencia que tiene una buena correlación cruzada y una buena autocorrelación.

El documento RI-062093 de la Reunión #46 del 3GPP TSG RAN WG1, “SCH Sequence Configuration for E-UTRA Downlink” discute los P-SCH y S-SCH en una estructura jerárquica del canal de sincronización. El documento RI-061711 del 3GPP TSG RAN1 LTE Ad Hoc discute “Enhancement of SCH structure”.

La modalidad de la invención se proporciona como se establece en las reivindicaciones adjuntas.

Deben entenderse otras referencias a “modalidades” como ejemplos los cuales son útiles para entender la invención.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de comunicaciones.

La Figura 2 ilustra la transmisión de la señal de referencia para el sistema de comunicaciones de la Figura 1.

La Figura 3 es un diagrama de flujo que muestra la asignación de la secuencia de referencia para el sistema de comunicaciones de la Figura 1.

La Figura 4 es un diagrama de flujo que muestra el proceso de identificación rápida de las referencias específicas de celda de acuerdo con una modalidad de la invención.

La Figura 5 es un diagrama de flujo que muestra la identificación de múltiples índices de secuencia.

La Figura 6 es un diagrama de flujo que muestra la recepción de múltiples índices de secuencia y que usa cancelación para mejorar la fiabilidad.

La Figura 7 muestra un diagrama de flujo que muestra las etapas necesarias para asignar una característica de rampa de fase a un transmisor particular.

La Figura 8 es un diagrama de bloques de una unidad remota de acuerdo con la presente invención.

La Figura 9 ilustra la transmisión de múltiples canales de sincronización.

La Figura 10 es un diagrama de bloques de un transmisor para transmitir un P-SCH y un S-SCH.

La Figura 11 es un diagrama de bloques de un receptor que recibe el S-SCH.

Descripción detallada de los dibujos

Para abordar la necesidad antes mencionada, se describe un método y aparato para la búsqueda rápida de celda con base en la transmisión de una señal de referencia de un pulso de frecuencia modulada en la presente descripción. En particular, las secuencias de referencia se construyen de distintas “clases” de secuencias GCL que tienen una propiedad de correlación cruzada cíclica óptima. El método de búsqueda rápida de celda descrito detecta los “índices de clase” con procesamiento simple. En el despliegue de un sistema que asigna únicamente secuencias de ciertos índices de clase a ciertas identificaciones de celdas/celda, la identificación del índice de una secuencia proporcionará, por lo tanto, una identificación de la identificación de la celda.

En algunas situaciones, múltiples canales de sincronización pueden ser usados por un sistema de comunicaciones. Durante esta situación, uno de los canales de sincronización comprenderá una secuencia GCL modulada por una onda exponencial compleja. Antes de transmitir la secuencia GCL, la secuencia se codificará con un código de aleatorización con base en un índice de secuencia del P-SCH para la búsqueda de celda.

Pasando ahora a los dibujos, donde números similares designan componentes similares, la Figura 1 es un diagrama de bloques del sistema de comunicaciones 100 que utiliza transmisiones de referencia. El sistema de comunicaciones utiliza un protocolo de Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales (OFDM); sin embargo, en modalidades alternas, el sistema de comunicaciones 100 puede utilizar otros protocolos de sistemas de comunicaciones celulares digitales tal como un protocolo de un sistema de Acceso Múltiple por División de Código (CDMA), un protocolo de un sistema de Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA), un protocolo de un sistema de Acceso Múltiple por División de Espacio (SDMA) o un protocolo de un sistema de Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA), o varias combinaciones de los mismos.

Como se muestra, el sistema de comunicaciones 100 incluye la unidad base 101 y 102, y la unidad remota 103. Una unidad base o una unidad remota además puede denominarse más generalmente como una unidad de comunicaciones. Las unidades remotas además pueden denominarse unidades móviles. Una unidad base comprende una unidad de transmisión y recepción que presta servicio a un número de unidades remotas dentro de un sector. Como se conoce en la técnica, toda el área física a la que la red de comunicaciones presta servicio puede dividirse en celdas, y cada celda puede comprender uno o más sectores. Cuando se usan múltiples antenas para prestar servicio a cada sector para proporcionar varios modos de comunicaciones avanzadas (por ejemplo, conformación de haces adaptativa, diversidad de transmisión, transmisión por SDMA, y transmisión de múltiples flujos, etc.), pueden desplegarse múltiples unidades base. Estas unidades base dentro de un sector pueden estar altamente integradas y pueden compartir varios componentes del soporte físico y de programas informáticos. Por ejemplo, todas las unidades base coubicadas juntas para prestar servicio a una celda pueden constituir lo que tradicionalmente se conoce como una estación base. Las unidades base 101 y 102 transmiten señales de comunicaciones del enlace descendente 104 y 105 a unidades remotas que prestan servicio en al menos una porción de los mismos recursos (tiempo, frecuencia, o ambos). La unidad remota 103 se comunica con una o más unidades base 101 y 102 a través de la señal de comunicaciones del enlace ascendente 106. Una unidad de comunicaciones que está transmitiendo puede denominarse como una unidad de comunicaciones fuente. Una unidad de comunicaciones que está recibiendo puede denominarse como una unidad de comunicaciones de destino u objetivo.

Debe señalarse que, aunque solo se ilustran dos unidades base y una única unidad remota en la Figura 1, un experto en la técnica reconocerá los sistemas de comunicaciones típicos comprenden muchas unidades base en comunicación simultánea con muchas unidades remotas. Debe señalarse además que, aunque la presente invención se describe principalmente para el caso de la transmisión de enlace descendente de múltiples unidades base a múltiples unidades remotas por simplicidad, la invención puede además aplicarse a transmisiones de enlace ascendente de múltiples unidades remotas a múltiples unidades base. Se contempla que los elementos de la red dentro del sistema de comunicaciones 100 se configuran de maneras bien conocidas con procesadores, memorias, conjuntos de instrucciones, y similares, que funcionan de cualquier manera adecuada para llevar a cabo la función establecida en la presente descripción.

Como se discutió anteriormente, la modulación asistida por referencia se usa comúnmente para ayudar en muchas funciones tales como la estimación del canal y la identificación de la celda. Con esto en mente, las unidades base

101 y 102 transmiten secuencias de referencia en intervalos de tiempo conocidos como parte de sus transmisiones de enlace descendente. La unidad remota 103, que conoce el conjunto de secuencias que pueden usar diferentes celdas y el intervalo de tiempo, utiliza esta información en la búsqueda de celda y la estimación del canal. Dicho esquema de transmisión de referencia se ilustra en la Figura 2. Como se muestra, las transmisiones de enlace descendente 200 desde las unidades base 101 y 102 típicamente comprenden la secuencia de referencia 201 seguida por la transmisión restante 202. La misma secuencia o una secuencia diferente puede aparecer una o varias veces durante la transmisión restante 202. Por lo tanto, cada unidad base dentro del sistema de comunicaciones 100 comprende los circuitos del canal de referencia 107 que transmiten una o más secuencias de referencia junto con los circuitos del canal de datos 108 que transmiten datos.

Debe señalarse que, aunque la Figura 2 muestra la secuencia de referencia 201 al inicio de una transmisión, en varias modalidades de la presente invención, los circuitos del canal de referencia pueden incluir la secuencia de referencia 201 en cualquier parte dentro de la transmisión de enlace descendente 200, y adicionalmente, puede transmitirse en un canal por separado. La transmisión restante 202 típicamente comprende transmisiones tales como, pero sin limitarse a, enviar información que el receptor necesita saber antes de llevar a cabo la demodulación/decodificación (llamada información de control) e información real dirigida al usuario (datos del usuario).

Como se discutió anteriormente, es importante para cualquier secuencia de referencia tener una correlación cruzada óptima. Con esto en mente, el sistema de comunicaciones 100 utiliza secuencias de referencia construidas a partir de distintas “clases” de secuencias de pulso de frecuencia modulada con una correlación cruzada cíclica óptima. La construcción de dichas secuencias de referencia se describe más abajo. En una modalidad preferida de la invención, el método para la búsqueda rápida de celda se basa en dichas secuencias de referencia.

Construcción de un conjunto de secuencias de referencia a usar dentro de un sistema de comunicaciones

En una modalidad, la señal de referencia en el dominio del tiempo es un símbolo de Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales (OFDM) que se basa en la FFT de N puntos. Un conjunto de secuencias de longitud N_p se asignan a las unidades base en el sistema de comunicaciones 100 como la señal de referencia en el dominio de la frecuencia (es decir, las entradas de la secuencia se asignarán sobre un conjunto de subportadoras de referencia N_p $(N_p <= N)$ en el dominio de la frecuencia). La separación de estas subportadoras de referencia es preferentemente igual (por ejemplo, 0, 1, 2, etc. en la(s) subportadora(s)). Las secuencias de referencia finales transmitidas en el dominio del tiempo pueden extenderse cíclicamente donde la extensión cíclica es típicamente más larga que la propagación de retardo máxima esperada del canal (L_D). En este caso, la secuencia final enviada tiene una longitud igual a la suma de N y la longitud de la extensión cíclica L_{CP}. La extensión cíclica puede comprender un prefijo, un sufijo, o una combinación de un prefijo y un sufijo. La extensión cíclica es una parte inherente del sistema de comunicaciones OFDM. El prefijo cíclico insertado hace que la autocorrelación o correlación cruzada ordinaria parezca una correlación cíclica en cualquier desplazamiento que varía de 0 a L_{CP}. Si no se inserta ningún prefijo cíclico, la correlación ordinaria es aproximadamente igual a la correlación cíclica si el desplazamiento es mucho menor que la longitud de la secuencia de referencia.

La construcción de las secuencias de referencia en el dominio de la frecuencia depende de al menos dos factores, díganse, un número de secuencias de referencia deseado necesitado en una red (K) y una longitud de referencia deseada (N_p). De hecho, el número de secuencias de referencia disponible que tiene la correlación cruzada cíclica óptima es P-1 donde P es el factor primo más pequeño de N_p diferente de “1” después de factorizar N_p en el producto de dos o más números primos incluyendo “1”. Por ejemplo, el valor máximo que puede ser P es N_p-1 cuando N_p es un número primo. Pero cuando N_p no es un número primo, el número de secuencias de referencia a menudo será menor que el número deseado K. Para obtener un número de secuencias máximo, la secuencia de referencia se construirá al iniciar por una secuencia cuya longitud N_G es un número primo y después llevar a cabo modificaciones. En la modalidad preferida, se usa una de las siguientes dos modificaciones:

1. Elegir N_G como el número primo más pequeño que es mayor que N_p y generar el conjunto de la secuencia. Truncar las secuencias en el conjunto a N_p; o
2. Elegir N_G como el número primo más grande que es menor que N_p y generar el conjunto de la secuencia. Repetir los elementos del inicio de cada secuencia en el conjunto a añadir en el final para lograr la longitud deseada N_p.

El diseño anterior de requerir que N_G sea un número primo dará un conjunto de N_G -1 secuencias que tiene una autocorrelación ideal y una correlación cruzada óptima. Sin embargo, si solo se necesita un número de secuencias más pequeño, N_G no necesita ser un número primo mientras el factor primo más pequeño de N_G excluyendo “1” sea mayor que K.

Cuando se usa una modificación tal como truncar o insertar, la correlación cruzada ya no será precisamente óptima. Sin embargo, las propiedades de la autocorrelación y de la correlación cruzada aún son aceptables. También pueden aplicarse modificaciones adicionales a las secuencias truncadas/extendidas, tal como aplicar una transformada unitaria a ellas.

Debe notarse además que aunque solo se describieron anteriormente el truncado y la extensión cíclica de la secuencia, en modalidades alternas de la presente invención existen otras formas de modificar las secuencias GCL para obtener las secuencias finales de la longitud deseada. Dichas modificaciones incluyen, pero no se limitan a extender con símbolos arbitrarios, reducción por perforación, etc. De nuevo, también pueden aplicarse modificaciones adicionales a las secuencias extendidas/perforadas, tal como aplicar una transformada unitaria a ellas.

Como se discutió anteriormente, en la modalidad preferida de la presente invención, las secuencias tipo pulso de frecuencia modulada generalizado (GCL) se utilizan para construir secuencias de referencia. Existe un número de "clases" de secuencias GCL y si las clases se seleccionan cuidadosamente (ver propiedad de GCL más abajo), las secuencias con esas clases seleccionadas tendrán una correlación cruzada óptima y una autocorrelación ideal. La(s) secuencia(s) GCL de clase u de longitud N_G se define(n) como:

$$S_u = (a_u(0)b,\ a_u(1)b,\ \ldots,\ a_u(N_G\text{-}1)b),\ (1)$$

donde b puede ser cualquier escalar complejo de amplitud unitaria y

$$a_u(k) = \exp(-j2\pi u\frac{k(k+1)/2+qk}{N_G}), \qquad (2)$$

donde,
$u=1,\ldots.N_G$-1 se conoce como la "clase" de la secuencia GCL,
$k=0, 1,\ldots.N_G$-1 son los índices de las entradas en una secuencia,
q=cualquier entero.

Cada clase de secuencia GCL puede tener un número infinito de secuencias en dependencia de la selección particular de q y b, pero solo se usa una secuencia de cada clase para construir una secuencia de referencia. Nótese que cada índice de clase "u" produce una característica de rampa de fase diferente sobre los elementos de la secuencia (es decir, sobre los valores "k").

Debe notarse además que si se toma una DFT (Transformada Discreta de Fourier) o una IDFT (DFT inversa) de punto N_G en cada secuencia GCL, las secuencias del miembro del nuevo conjunto también tienen correlación cruzada cíclica óptima y autocorrelación ideal, sin importar si el nuevo conjunto puede ser representado o no en la forma de (1) y (2). De hecho, las secuencias formadas al aplicar una transformación de matriz a las secuencias GCL también tienen correlación cruzada cíclica óptima y autocorrelación ideal mientras la transformación de matriz sea unitaria. Por ejemplo, la operación de la DFT/IDFT de punto N_G es equivalente a una transformación de matriz de tamaño N_G donde la matriz es una matriz unitaria de N_G por N_G. Como un resultado, las secuencias formadas con base en transformaciones unitarias llevadas a cabo en las secuencias GCL aún caen dentro del alcance de la invención, dado que las secuencias finales aún están construidas a partir de secuencias GCL. Es decir, las secuencias finales se basan sustancialmente en (pero no son necesariamente iguales a) las secuencias GCL.

Si N_G es un número primo, la correlación cruzada entre cualesquiera dos secuencias de diferente "clase" es óptima y habrá N_G-1 secuencias ("clases") en el conjunto (ver propiedades más abajo). Cuando se usa una modificación tal como truncar o insertar, la secuencia de referencia modificada puede denominarse como secuencias de referencia casi óptimas que se construyen a partir de secuencias GCL.

Las secuencias GCL originales tienen la siguiente propiedad de correlación cruzada:

Propiedad: 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 relativamente primos para N_G.

Las secuencias de referencia tienen una relación valor de cresta-valor medio (PAPR) más baja que la PAPR de señales de datos que también son transmitidos por una unidad de comunicaciones. La propiedad de baja PAPR de la señal de referencia permite a los circuitos del canal de referencia 107 transmitir la señal de referencia con una mayor energía que los datos para proporcionar una relación señal a ruido/interferencia mejorada en la señal de referencia recibida por otra unidad de comunicaciones, proporcionando de esta manera una estimación del canal, sincronización, etc., mejorada.

Asignación de secuencias de referencia dentro de un sistema de comunicaciones

Cada unidad de comunicaciones puede usar una o múltiples secuencias de referencia cualquier número de veces en cualquier intervalo de transmisión o una unidad de comunicaciones puede usar diferentes secuencias en tiempos diferentes en una trama de transmisión. Adicionalmente, a cada unidad de comunicaciones se le puede asignar una secuencia de referencia diferente del conjunto de K secuencias de referencia que se diseñó para tener propiedades

de autocorrelación y de correlación cruzada casi óptimas. Una o más unidades de comunicaciones pueden usar además una secuencia de referencia al mismo tiempo. Por ejemplo, cuando se usan múltiples unidades de comunicaciones para múltiples antenas, puede usarse la misma secuencia para cada señal transmitida desde cada antena. Sin embargo, las señales reales pueden ser los resultados de diferentes funciones de la misma secuencia asignada. Los ejemplos de las funciones aplicadas son desplazamiento circular de la secuencia, rotar la fase de los elementos de la secuencia, etc.

La Figura 3 es un diagrama de flujo que muestra la asignación de códigos de referencia a varias unidades base dentro del sistema de comunicaciones 100. El flujo lógico comienza en la etapa 301 donde se determinan un número de referencias necesitadas (*K*), una longitud de referencia deseada *(N_p)* y una longitud candidata *(N_G)* de cada secuencia de referencia. Con base en N_p y N_G, se calculan las secuencias de referencia (etapa 303). Como se discutió anteriormente, las secuencias de referencia se construyen a partir de las secuencias tipo pulso de frecuencia modulada generalizado (GCL) de longitud N_p, con cada secuencia GCL definida como se muestra en la ecuación (1). Finalmente, en la etapa 305, las secuencias de referencia se asignan a unidades base dentro del sistema de comunicaciones 100. Debe señalarse que, cada unidad base puede recibir más de una secuencia de referencia de las *K* secuencias de referencia disponibles. Sin embargo, en un mínimo a una primera unidad base se asigna una primera secuencia de referencia tomada de un grupo de secuencias GCL mientras una segunda unidad base se asigna una secuencia de referencia diferente del grupo de secuencias GCL. Alternativamente, si la primera y la segunda base usan conjuntos ortogonales de subportadoras para las secuencias, la misma secuencia de referencia puede asignarse a la segunda base (después puede identificarse una celda por la combinación del índice de secuencia y el desplazamiento de la subportadora usada). Durante la operación, los circuitos del canal de referencia dentro de cada unidad base transmitirán la secuencia de referencia como parte de una estrategia global para la demodulación coherente. Particularmente, cada unidad remota en comunicación con las unidades base recibirá la secuencia de referencia y utilizará la secuencia de referencia para muchas funciones, tales como estimación del canal como parte de una estrategia para la demodulación coherente de la señal recibida.

Búsqueda rápida de celda permitida por el diseño de referencia basado en GCL:

Esta sección muestra cómo la búsqueda de celda puede beneficiarse del diseño de secuencia de referencia descrito anteriormente. Aunque la descripción detallada usa un sistema OFDM con los elementos de una secuencia asignados sobre subportadoras de OFDM para la transmisión, la invención puede también aplicarse a otras configuraciones, tal como un sistema de portadora única donde los elementos de una secuencia se asignan sobre diferentes periodos de símbolo o periodos de chip en el dominio del tiempo.

Primero, asuma que el desplazamiento de sincronización y frecuencia de OFDM se ha estimado y corregido, incluso si la invención es robusta a errores de sincronización y frecuencia. Usualmente, es más eficiente adquirir la sincronización y la frecuencia aproximadas al usar primero otras características conocidas de la señal de enlace descendente (por ejemplo, símbolos especiales de sincronización, propiedades de simetría de símbolos especiales, o similares) o métodos de sincronización de la técnica anterior. Del punto de sincronización correcto o aproximado, un bloque de *N* datos recibidos en el dominio del tiempo se transforma al dominio de la frecuencia preferentemente a través de una FFT. Denote los datos de frecuencia como *Y(m)* donde *m* (de 1 a N_p) es una subportadora de referencia y $S_G(m)$ son las secuencias GCL truncadas/extendidas usadas en esas subportadoras de referencia, después se calcula una pluralidad de valores "diferenciales" con base en los pares de subportadoras de referencia. Estos valores se recolectan y representan convenientemente en formato vectorial (por ejemplo, un vector diferencial). Un ejemplo de un vector diferencial es

$$Z(m) = Y(m) * conj(Y(m+1)), m = 1, \cdots, N_p - 1 \quad , (3)$$

donde "conj()" denota conjugación;
Z(m) es el valor diferencial calculado de la $m^{ésima}$ y $(1 + m)^{ésima}$ subportadoras de referencia;
Y(m) son los datos en el dominio de la frecuencia en la $m^{ésima}$ subportadora de referencia;
m es el índice de la subportadora de referencia; y
N_p es la longitud de la secuencia de referencia.

La forma de esta ecuación se asemeja a la de un detector diferencial, de manera que su salida se considera un valor diferencial. Otras formas de obtener el vector "diferencial" pueden incluir, pero no se limitan a:

$$Z(m) = Y(m) / Y(m+1), m = 1, \cdots, N_p - 1 \quad , (4)$$

o

$$Z(m) = Y(m) / Y(m+1) / abs(Y(m) / Y(m+1)), m = 1, \cdots, N_p - 1 \quad , (5)$$

donde "abs()" denota el valor absoluto. Cada uno de estos métodos ilustrativos para obtener valores diferenciales proporciona información sobre la diferencia de fase entre los valores de entrada, y algunos también proporcionan información de la amplitud de la señal, lo cual puede ser útil en condiciones de desvanecimiento del canal.

Asumiendo que el canal entre dos subportadoras de referencia adyacentes no cambia drásticamente, lo cual se logra a menudo mientras la separación de las subportadoras de referencia no sea muy grande, Y(m+1)/Y(m) es aproximadamente igual a

$$Y(m+1)/Y(m) \approx S_G(m+1)/S_G(m) = \exp\left\{-j2\pi u \frac{k+1+q}{N_G}\right\}, m = 1, \cdots, N_p - 1 \quad . (6)$$

Por lo tanto, la información del índice de clase (o índice de secuencia) “u” se porta en los vectores diferenciales. Al analizar/procesar los valores diferenciales, puede detectarse el componente de frecuencia prominente “u” que corresponde a los índices de las secuencias de referencia. Para obtener esos componentes en el dominio de la frecuencia, una herramienta comúnmente usada es la FFT. Por lo tanto, en una modalidad, se toma una IFFT (dígase en el punto T, T>=N_P- 1) {*Z(m)*} para obtener

$$\{z(n)\} = IFFT_T(\{Z(m)\}), m = 1, \cdots, N_p - 1, \mathrm{n} = 1, \cdots, \mathrm{T} \quad . (7)$$

La posición del pico (dígase $n_{máx}$) de {z(n)} brinda información sobre *u*, es decir, la asignación entre el componente de frecuencia prominente identificado en $n_{máx}$ a un índice de la secuencia transmitida correspondiente se determina como

$$\frac{u}{N_G} = \frac{n_{máx}}{T} \quad . (8)$$

Esta ecuación incorpora un esquema de asignación predeterminado conocido entre el componente de frecuencia prominente identificado y el índice de secuencia. El índice de secuencia corresponde con una identificación de la celda para una celda que es la fuente de la secuencia de referencia recibida con base en el índice de la secuencia transmitida. La invención es robusta a errores de sincronización y frecuencia ya que un cierto error de sincronización o de frecuencia no cambiará el componente de frecuencia de ese vector diferencial.

Como se destacó anteriormente, en algunas modalidades, la secuencia de referencia está presente en un conjunto de subportadoras de una señal OFDM, y cada valor diferencial se calcula entre diferentes pares de subportadoras. En algunas modalidades, analizar/procesar los valores diferenciales para identificar un componente de frecuencia prominente comprende tomar una transformada de Fourier discreta directa/inversa de al menos los valores diferenciales e identificar un pico en la salida de la transformada.

El componente de frecuencia prominente puede ser identificado por la ubicación de un pico en las magnitudes de la salida de la FFT. Pueden usarse los métodos convencionales de detección de picos, tal como comparar las magnitudes de las muestras de salida de la FFT con un umbral. Si se reciben múltiples secuencias, aparecerán múltiples picos.

En otra modalidad, podemos asignar el componente de frecuencia prominente identificado a posibles índices adicionales de la secuencia transmitida que corresponden a la cercanía del componente de frecuencia prominente identificado. Cuando algunos de los valores “u” usados en el sistema están separados de manera cercana (por ejemplo, adyacentes), es posible que el ruido o la interferencia haga que el pico ocurra cerca pero no en el mismo lugar esperado para el índice “u”. Al buscar en la cercanía del pico, podemos identificar más de un índice de secuencia candidata para posterior verificación (tal como a lo largo de múltiples periodos de transmisión de la señal de referencia). Por ejemplo, los resultados a lo largo de múltiples periodos de transmisión de la señal de referencia pueden combinarse, compararse, votados por mayoría, etc., para ayudar a identificar el valor o los valores de “u” que se están recibiendo. En resumen, podemos asignar el componente de frecuencia prominente identificado a posibles índices adicionales de la secuencia transmitida que corresponden a la cercanía del componente de frecuencia prominente identificado.

En el caso de la detección de múltiples secuencias, podemos usar el método de cancelación para mejorar la fiabilidad de la detección de los índices de secuencias débiles. En tal modalidad, primero identificamos las mejores secuencias, estimamos la respuesta de un canal relacionada con la secuencia de referencia conocida, reconstruimos la porción de la señal recibida contribuida por la primera secuencia conocida y su respuesta del canal, eliminamos la porción de la señal recibida, y después llevamos a cabo las etapas similares a las requeridas en la detección de la primera secuencia para obtener el segundo índice de secuencia. El proceso puede continuar hasta que todas las secuencias sean detectadas.

En la modalidad preferida de la presente invención el vector diferencial de las secuencias GCL porta la información del índice de clase que puede detectarse fácilmente del componente de frecuencia del vector diferencial (referirse a (6)). Otra variación de búsqueda rápida de celda puede idearse en dependencia de cómo se use la secuencia de referencia. Por ejemplo, el vector diferencial puede también obtenerse a partir de dos símbolos OFDM transmitidos,

donde cada símbolo OFDM comprende una pluralidad de subportadoras de referencia en frecuencia. En el primer símbolo, la secuencia $\{S_G(m)\}$ se transmite en las subportadoras de referencia. En el segundo símbolo, puede aplicarse una versión desplazada de la misma secuencia $\{S_G(m)\}$ en los mismos conjuntos de subportadoras (por ejemplo, desplazada por una posición para denotarse como $\{S_G(m+1)\}$. Después, un vector diferencial puede derivarse de pares de los datos de frecuencia en estos dos símbolos, para cada subportadora de referencia. Asumiendo que el canal no cambia drásticamente durante dos tiempos de símbolo OFDM, el vector diferencial puede aproximarse similarmente por (6).

Por supuesto, la secuencia desplazada en el segundo símbolo puede ocupar subportadoras cercanas a las subportadoras usadas en el primer símbolo, no necesariamente las mismas subportadoras exactamente. Además, los dos símbolos no necesitan ser adyacentes entre sí. En esencia, mientras la variación del canal entre las dos ubicaciones de frecuencia-tiempo no cambie muy rápido, el vector diferencial puede aproximar el diferencial de secuencia razonablemente bien. El índice de clase puede entonces detectarse fácilmente.

Aunque la implementación preferida es el desplazamiento de una posición, también puede usarse el desplazamiento de dos posiciones, tomando nota del hecho de que

$$S_G(m+j)/S_G(m) = \exp\left\{-j2\pi u \frac{jk + m(m+1)/2 + qj}{N_G}\right\}, m = 1, \cdots, N_p - 1 \quad . (9)$$

La Figura 4 muestra un diagrama de flujo del método de búsqueda rápida de celda (identificación de la estación base) dentro de una unidad de comunicaciones 103. El flujo lógico comienza en la etapa 401 donde se recibe una secuencia de referencia y se calcula el valor diferencial entre cada uno de una pluralidad de pares de elementos de la señal recibida. Como se discutió anteriormente, el vector diferencial calculado aproxima la información de la rampa de fase mostrada en (6). En la etapa 402, el vector diferencial se analiza/procesa para identificar uno o más componentes de frecuencia prominente. Finalmente, la ubicación de los componentes de la frecuencia identificada se asignará a un índice correspondiente de la secuencia transmitida (etapa 403) y a la identidad de la estación base correspondiente. En particular, el índice de secuencia corresponde con una identificación de la celda que es la fuente de la señal recibida.

La Figura 5 es un diagrama de flujo que muestra la identificación de la estación base a través de la identificación de múltiples índices de secuencia. La etapa 501 calcula una pluralidad de valores diferenciales. La etapa 502 analiza los valores diferenciales e identifica una pluralidad de componentes de frecuencia prominente, y la etapa 503 asigna o traslada (a través de una ecuación predeterminada u otra forma de asignación) los componentes de frecuencia prominente a los correspondientes índices de la secuencia transmitida. Como se discutió, los índices de la secuencia transmitida se asignan a una estación base particular que es la fuente de la señal recibida.

La Figura 6 muestra un diagrama de flujo para el caso de detectar múltiples secuencias usando el método de cancelación para mejorar la fiabilidad de la detección de los índices de secuencias débiles. La etapa 601 estima una respuesta del canal relacionada con la primera secuencia de referencia conocida (por ejemplo, la primera secuencia de referencia conocida puede usar un piloto para estimar el canal, u pueden usarse otros pilotos conocidos para la estimación del canal). La etapa 603 reconstruye y elimina la porción de la señal recibida debido a la primera secuencia conocida y a la respuesta del canal estimado para proporcionar una secuencia de referencia recibida modificada (por ejemplo, la porción de la señal recibida debido a la primera señal de referencia puede calcularse y sustraerse). La etapa 605 calcula un valor diferencial entre cada uno de una pluralidad de los pares de elementos de la secuencia de referencia recibida modificada. La etapa 607 analiza/procesa los valores diferenciales para identificar un componente de frecuencia prominente. La etapa 609 identifica el índice de la segunda secuencia de referencia con base en el componente de frecuencia prominente.

La Figura 7 muestra un diagrama de flujo para una modalidad adicional de la invención. En la etapa 701, una unidad de comunicaciones (tal como una unidad móvil) recibe una secuencia de referencia transmitida por una unidad de comunicaciones fuente (tal como una BS), en donde la secuencia transmitida por la unidad de comunicaciones fuente tiene una característica de rampa de fase que corresponde a un índice de secuencia usado por la unidad de comunicaciones fuente (por ejemplo, la característica de rampa de fase de una señal de referencia GCL de un índice particular puede derivarse de la ecuación 2). En la etapa 703, la secuencia de referencia recibida se analiza/procesa para extraer su característica de rampa de fase, y en la etapa 705, la característica de rampa de fase extraída se usa como una base para determinar el índice de secuencia, y por lo tanto el transmisor de la señal. Por ejemplo, cada índice de secuencia “u” en la ecuación 2 tiene su propia característica de rampa de fase.

La Figura 8 es un diagrama de bloques de una unidad remota. Como se muestra, la unidad remota comprende los circuitos de cálculo del valor diferencial 801 para calcular los valores diferenciales entre cada uno de una pluralidad de los pares de elementos de la secuencia de referencia. Los circuitos de análisis/procesamiento 802 se incluyen para analizar/procesar los valores diferenciales para identificar un componente de frecuencia prominente. Finalmente, la unidad remota comprende los circuitos de asignación 803, para asignar el componente de frecuencia prominente identificado a uno o más índices correspondientes de la secuencia transmitida con base en un esquema

de asignación predeterminado. Los circuitos de asignación 803 adicionalmente identifican una estación base con base en el índice de la secuencia transmitida.

Para la modalidad de la Figura 7, el circuitos de cálculo del valor diferencial de la Figura 8 se omiten y los circuitos de análisis/procesamiento se utilizan para analizar/procesar una señal de referencia recibida para extraer su característica de rampa de fase, y la característica de rampa de fase extraída es usada por los circuitos de asignación 803 como una base para determinar el índice de secuencia.

En algunas situaciones, múltiples canales de sincronización pueden ser usados por un sistema de comunicaciones. Por ejemplo, el 3GPP RAN WG1 está discutiendo la búsqueda de celda para el enlace descendente OFDM Evolved-UTRA. Actualmente, se acordó una estructura jerárquica del canal de sincronización (SCH) que tiene un canal de sincronización primario (P-SCH) y secundario (S-SCH). Dichos canales de sincronización se ilustran en la Figura 9.

Como se muestra en la Figura 9, la trama de radio 901 comprende múltiples subtramas 903. Particularmente, una o múltiples subtramas en la trama de radio contiene un S-SCH 905 y un P-SCH 907. El P-SCH y el S-SCH se multiplexan por división de tiempo y el símbolo del P-SCH se ubica en el último símbolo OFDM dentro de la subtrama que contiene el SCH y el S-SCH se ubica en el símbolo OFDM adyacente al P-SCH. En esa estructura jerárquica del canal de sincronización (SCH), durante la operación el P-SCH se utiliza para la estimación de sincronización del símbolo OFDM, la estimación del desplazamiento en frecuencia y la estimación del canal, etc. Las secuencias GCL se utilizan como se discutió anteriormente para el P-SCH. Dicha secuencia GCL puede simplemente comprender una secuencia "Zadoff-Chu" (una comprensión particular de una secuencia GCL). También pueden utilizarse otras formas de secuencias (GCL o no GCL). Además, existen múltiples (un número pequeño de) secuencias del P-SCH en el sistema para mejorar la exactitud de los resultados de la estimación del canal usando el P-SCH.

Durante la operación, el S-SCH se usa para proporcionar información específica de la celda tal como la identificación de la celda. Para aumentar la cantidad de información específica de la celda a través del S-SCH sin aumentar la sobrecarga del SCH, se emplea un diseño de secuencia del S-SCH de dos capas (por ejemplo, secuencia GCL) modulada por una onda exponencial compleja.

La secuencia GCL modulada por una onda exponencial compleja puede incluir una secuencia GCL modulada por una secuencia DFT, una secuencia GCL modulada por una secuencia ortogonal rotada en fase, o una secuencia GCL de desplazamiento circular en el dominio del tiempo. Una onda exponencial compleja modulada de secuencia GCL de clase *u* (índice *v*) se define como:

$$X_{u,v}(l) = S_u(l) * r_v(l) = \exp\left\{-j2\pi u \frac{l(l+1)}{2N_G}\right\} * \exp\left\{j2\pi v \frac{l}{N_P}\right\} = \exp\left\{-j2\pi u \frac{l(l+F)}{2N_G}\right\} \quad (10)$$

donde,
S_u: secuencia GCL con q=0, b=0 y clase u,
r_v: Onda exponencial compleja con índice v,
N_G: Número primo,
N_P: Número de subportadora usada en el S-SCH,
$u=1,\ldots.N_G-1$ se conoce como la “clase” de la secuencia GCL (es decir, índice de la secuencia GCL)
$v=0, 1,\ldots.N_P-1$ son los índices de la onda exponencial compleja,
$1=0, 1,\ldots.N_P-1$ son los índices de las entradas en una secuencia,
$F = 1 - \frac{v}{u} * \frac{2N_G}{N_P}$ (*F*: *número racional)*

El índice de la secuencia GCL y el índice de la onda exponencial compleja actúan como una identificación completa de la celda o identificación parcial de la celda u otra información específica de la celda. Por lo tanto, el equipo del usuario (UE) puede identificar la identificación completa de la celda o la identificación parcial de la celda simplemente al detectar el índice de la secuencia GCL con procesamiento “diferencial” como se discutió anteriormente. Además, el índice de la onda exponencial compleja se detecta usando los resultados de la estimación del canal del símbolo del P-SCH. Sin embargo, existen los siguientes dos problemas en la detección del índice de la secuencia GCL con procesamiento “diferencial” en los casos de una red síncrona.

- Interferencia entre celdas en S-SCH síncronos entre celdas adyacentes: La detección del índice de la secuencia GCL con procesamiento “diferencial” experimenta interferencia entre celdas cuando los diferentes índices de secuencia GCL se asignan a celdas (o sectores) adyacentes.
- Falsa detección del índice GCL debido a la secuencia GCL de modulación por onda exponencial compleja de celda específica: Cuando el mismo índice de la secuencia GCL y diferentes índices de la onda exponencial compleja se asignan a celdas (o sectores) adyacentes, ocurre la falsa detección del índice de la secuencia GCL.

Para abordar los problemas anteriores, el S-SCH se codificará con un código de aleatorización. Este código de aleatorización se basa en el índice de secuencia del P-SCH para la búsqueda de celda. Particularmente la secuencia del S-SCH (sin importar qué tipo de secuencia se usa en el S-SCH – GCL/CAZAC es solo un ejemplo) se codifica, donde la secuencia de aleatorización se selecciona de un conjunto de posibles secuencias de aleatorización. Cada secuencia de aleatorización puede corresponder a una de las posibles secuencias del P-SCH en el sistema. Por ejemplo, si existen 3 posibles secuencias del P-SCH en el sistema, podría haber tres posibles códigos de aleatorización que podrían aplicarse al S-SCH. Si la estación base usa la primera secuencia del P-SCH, esta codificaría la secuencia del S-SCH por el primer código de aleatorización, etc.

En la modalidad preferida de la presente invención:

- El código de aleatorización para el S-SCH es una secuencia seudoaleatoria tal como una secuencia PN.
- El índice del código de aleatorización para el S-SCH se determina con base en el índice de secuencia del P-SCH.
- El número de códigos de aleatorización es el mismo número de secuencias del P-SCH.
- La planificación de reutilización de los códigos de aleatorización del S-SCH en el sistema es también la misma que la planificación de reutilización de las secuencias del P-SCH en el sistema.

Incluso si solo hay una secuencia del P-SCH en el sistema, es posible codificar el S-SCH con un código de aleatorización diferente entre las celdas adyacentes, donde la secuencia de aleatorización se selecciona de un conjunto de secuencias de aleatorización. En ese caso, la decodificación del S-SCH podría lograrse por evaluación de hipótesis en un receptor.

En la modalidad preferida de la presente invención, cuando una “GCL modulada por onda exponencial compleja” se utiliza para la secuencia del S-SCH como se discutió anteriormente, la secuencia del S-SCH codificada se define como

$$Q_{u,v,z}(l) = S_u(l) * r_v(l) * c_z(l) \qquad (11)$$

donde,
S_u : secuencia GCL con q=0, b=0 y clase u,
r_v: Onda exponencial compleja con índice v,
c_z: Código de aleatorización con índice de código z

La técnica anterior puede hacer aleatoria la interferencia entre celdas debido al procesamiento “diferencial” para la detección del índice GCL en el caso del SCH síncrono entre las celdas adyacentes. Por lo tanto, la detección del índice de la secuencia GCL no experimentaría interferencia entre celdas de celdas adyacentes. Esta mitigaría la restricción de la asignación del índice GCL para el S-SCH. Adicionalmente, la técnica anterior minimiza la detección falsa del índice GCL debido al procesamiento diferencial.

La Figura 10 ilustra el transmisor 1000 para transmitir un P-SCH y un S-SCH. Como es evidente, el transmisor comprende los circuitos del S-SCH 1001 y del P-SCH 1017 que sacan sus respectivos canales al multiplexor 1021. Después, las salidas se multiplexan mediante el multiplexor 1021 y se añade un prefijo cíclico por los circuitos CP 1023 antes de la transmisión. Durante la operación, la secuencia del P-SCH es generada por circuitos de generación de secuencias 1015 y después se pasa a una IFFT 1019. El generador de secuencias del P-SCH 1015 utiliza una secuencia GCL con un primer índice (z). El primer índice se pasa a los circuitos del S-SCH 1001, y en particular a los circuitos de generación de códigos de aleatorización 1013 donde los circuitos de códigos de aleatorización generan un código de aleatorización adecuado con base en el primer índice.

Los circuitos de generación de la secuencia GCL 1003 generan una segunda secuencia GCL con un segundo índice (u) y saca la segunda secuencia GCL a los circuitos de multiplicación de NP puntos 1005 donde la secuencia GCL se multiplica por una onda exponencial compleja con un índice (v). La onda exponencial compleja se genera mediante los circuitos 1011. Después, la señal resultante se codifica mediante los circuitos de multiplicación 1007. La codificación tiene lugar al codificar con el código de aleatorización adecuado con base en el primer índice. La señal resultante (secuencia del S-SCH) se pasa a los circuitos de la IFFT 1009 y se saca al multiplexor 1021. El multiplexor multiplexa los canales del S-SCH y del P-SCH como se muestra en la Figura 9.

La Figura 11 es un diagrama de bloques de los circuitos de recepción 1100 que reciben el S-SCH y el P-SCH. Durante la operación, el receptor 1121 recibe el P-SCH y el S-SCH. El detector del índice P-SCH 1101 detecta un índice del P-SCH y pasa el índice al generador de códigos de aleatorización 1103. El generador de códigos de aleatorización 1103 genera el código de aleatorización adecuado con base en el índice y saca el código de aleatorización a los circuitos de decodificación 1105 donde el S-SCH recibido se decodifica con base en el índice. Después, la señal decodificada resultante se saca al detector del índice de la secuencia GCL donde tienen lugar la

modulación diferencial (mediante el modulador 1107), el procesamiento de la IFFT (mediante la IFFT 1109), y la búsqueda de la posición del pico (mediante el buscador 111). Después, se saca un índice GCL del buscador de posición de picos 1111. El índice GCL detectado y una respuesta del canal estimado se sacan al detector de índice de la onda exponencial compleja junto con la señal decodificada. Después de la ecualización (mediante el ecualizador 1113), la secuencia GCL se elimina de la señal mediante los circuitos 1115. Una IFFT tiene lugar mediante los circuitos de la IFFT 1117 y una posición del pico se determina mediante los circuitos 1119. Después, se saca el índice de la onda exponencial compleja.

La Figura 12 es un diagrama de flujo que muestra la operación del transmisor de la Figura 10. El flujo lógico comienza en la etapa 1201 donde circuitos del P-SCH 1017 generan una secuencia del P-SCH. Como se discutió anteriormente, la secuencia del P-SCH comprende una secuencia GCL o una secuencia Zadoff-Chu. Adicionalmente, una única secuencia puede ser utilizada por todo el sistema, o alternativamente la secuencia del P-SCH comprende una secuencia de un conjunto de posibles secuencias.

En la etapa 1203 los circuitos del S-SCH 1001 sacan una secuencia del S-SCH que se multiplica por una onda exponencial compleja y se codifica con un código de aleatorización. Como se discutió anteriormente, el S-SCH proporciona información específica de la celda tal como la identificación de la celda. Adicionalmente, el código de aleatorización se basa en el índice de la secuencia GCL del P-SCH. Adicionalmente, la secuencia del S-SCH puede comprender una secuencia GCL o una secuencia Zadoff-Chu, donde el índice de la secuencia GCL o el índice de secuencia Zadoff-Chu y un índice de la onda exponencial compleja actúan como una identificación completa de la celda o una identificación parcial de la celda u otra información específica de la celda.

Adicionalmente, como se discutió anteriormente, el código de aleatorización se selecciona de un grupo de posibles códigos de aleatorización, y cada código de aleatorización puede corresponder a una de las posibles secuencias del P-SCH en el sistema. Cuando el sistema solo transmite una secuencia para el P-SCH, el código de aleatorización se basa en la identificación de una celda, con cada celda o sector que codifica el S-SCH con una secuencia con base en la identificación de la celda, o del sector, permitiendo que cada celda o sector pueda utilizar diferentes códigos de aleatorización.

A continuación, en la etapa 1205, el transmisor 1025 transmite el P-SCH en una subtrama y el S-SCH en la subtrama.

La Figura 13 es un diagrama de flujo que muestra la operación de los circuitos de recepción 1100. El flujo lógico comienza en la etapa 1301 donde el receptor 1121 recibe un P-SCH y un S-SCH. Como se discutió anteriormente, el P-SCH comprende una secuencia GCL o una secuencia Zadoff-Chu. Adicionalmente, una única secuencia puede ser utilizada por todo el sistema, o alternativamente la secuencia del P-SCH comprende una secuencia de un conjunto de posibles secuencias.

En la etapa 1303, el generador de códigos de aleatorización 1103 genera un código de aleatorización para decodificar el S-SCH. Como se discutió anteriormente, el código de aleatorización se basa en el índice de la secuencia GCL del P-SCH. Adicionalmente, como se discutió anteriormente, el código de aleatorización se selecciona de un grupo de posibles códigos de aleatorización, y cada código de aleatorización puede corresponder a una de las posibles secuencias del P-SCH en el sistema. Cuando el sistema solo transmite una secuencia para el P-SCH, el código de aleatorización puede basarse en la identificación de una celda, con cada celda o sector que codifica el S-SCH con una secuencia con base en la identificación de la celda, o del sector, permitiendo que cada celda o sector pueda utilizar diferentes códigos de aleatorización.

En la etapa 1305, el detector del índice P-SCH 1101 detecta un índice del P-SCH, y en la etapa 1307 el detector del índice de la secuencia GCL detecta un índice GCL del S-SCH. Finalmente, en la etapa 1309 el detector de índice de la onda exponencial compleja determina el índice de la onda exponencial del S-SCH.

Aunque la invención se ha mostrado y descrito particularmente con referencia a una modalidad particular, los expertos en la técnica entenderán que pueden realizarse varios cambios en la forma y detalles de esta sin apartarse del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método comprende las etapas de:
transmitir (1205), a una unidad de comunicaciones, una primera secuencia sobre un canal de sincronización primario, P-SCH, en una subtrama, en donde la primera secuencia se selecciona de un conjunto de secuencias GCL y tiene un índice de la secuencia GCL;
proporcionar una pluralidad de códigos de aleatorización, cada código de aleatorización basado en la identificación de una celda; y
transmitir (1205), a la unidad de comunicaciones, una segunda secuencia sobre un canal de sincronización secundario, S-SCH, en la subtrama, en donde el S-SCH que contiene la segunda secuencia es modulado por una onda exponencial compleja y codificado (1203) con un código de aleatorización que tiene un índice del código de aleatorización determinado con base en el índice de la secuencia GCL de la primera secuencia.

2. Un método comprende las etapas de:
recibir (1301), por una unidad de comunicaciones, una primera secuencia transmitida sobre un canal de sincronización primario, P-SCH, en una subtrama, en donde la primera secuencia se selecciona de un conjunto de secuencias GCL y tiene un índice de la secuencia GCL ;
proporcionar una pluralidad de códigos de aleatorización, cada código de aleatorización basado en la identificación de una celda;
recibir (1301), por la unidad de comunicaciones, una segunda secuencia sobre un canal de sincronización secundario, S-SCH, en la subtrama, en donde el S-SCH que contiene la segunda secuencia es modulado por una onda exponencial compleja y codificado (1203) con un código de aleatorización que tiene un índice del código de aleatorización determinado con base en el índice de la secuencia GCL de la primera secuencia GCL;
detectar el índice de la secuencia GCL de la primera secuencia; y
decodificar el S-SCH con base en el índice del código de aleatorización determinado con base en el índice de la secuencia GCL detectada.

3. El método de conformidad con la reivindicación 1 o 2 en donde el S-SCH proporciona información específica de la celda tal como la identificación de la celda.

4. El método de conformidad con cualquier reivindicación anterior, en donde un índice de secuencia de la segunda secuencia y un índice de la onda exponencial compleja de la onda exponencial compleja actúa como una identificación completa de la celda o una identificación parcial de la celda u otra información específica de la celda.

5. Una estación base (1000) configurada para:
transmitir (1205), a una unidad de comunicaciones, una primera secuencia sobre un canal de sincronización primario, P-SCH, en una subtrama, en donde la primera secuencia se selecciona de un conjunto de secuencias GCL y tiene un índice de la secuencia GCL;
proporcionar una pluralidad de códigos de aleatorización, cada código de aleatorización basado en la identificación de una celda;
transmitir (1205), a la unidad de comunicaciones, una segunda secuencia sobre un canal de sincronización secundario, S-SCH, en la subtrama, en donde el S-SCH que contiene la segunda secuencia es modulado por una onda exponencial compleja y codificado (1203) con un código de aleatorización que tiene un índice del código de aleatorización determinado con base en el índice de la secuencia GCL de la primera secuencia.

6. Una unidad de comunicaciones (1100) configurada para:
recibir (1301) una primera secuencia transmitida sobre un canal de sincronización primario, P-SCH, en una subtrama, en donde la primera secuencia se selecciona de un conjunto de secuencias GCL y tiene un índice de la secuencia GCL;
proporcionar una pluralidad de códigos de aleatorización, cada código de aleatorización basado en la identificación de una celda;
recibir (1301) una segunda secuencia sobre un canal de sincronización secundario, S-SCH, en la subtrama, en donde el S-SCH que contiene la segunda secuencia es modulado por una onda exponencial compleja y codificado (1203) con un código de aleatorización que tiene un índice del código de aleatorización determinado con base en el índice de la secuencia GCL de la primera secuencia;
detectar el índice de la secuencia GCL de la primera secuencia; y
decodificar el S-SCH con base en el índice del código de aleatorización con base en el índice de la secuencia GCL detectada.

Figura 1

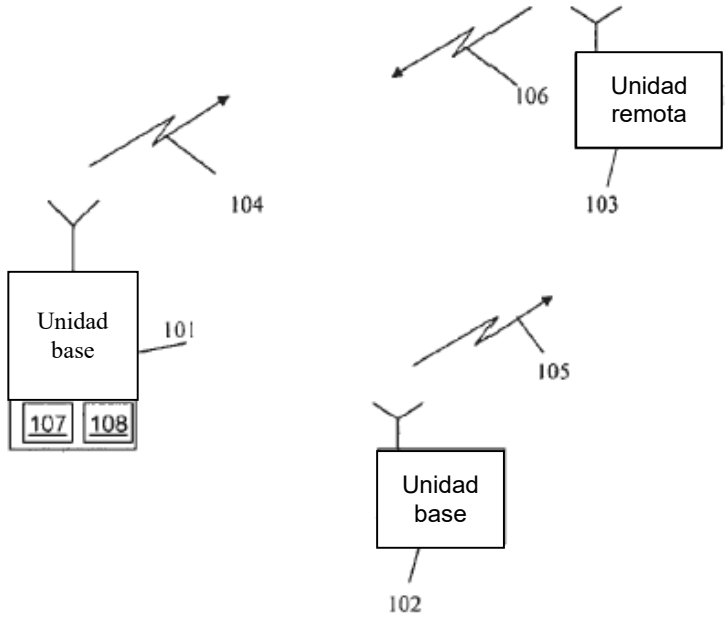

100
106
Unidad remota
104
103
Unidad base
101
107
108
105
Unidad base
102

Figura 2

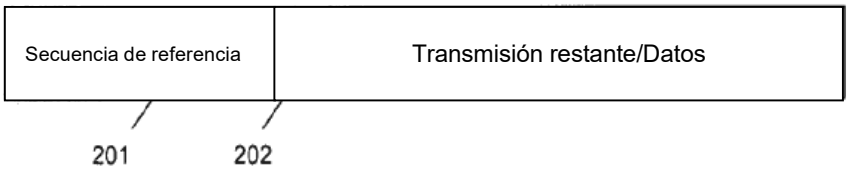


Figura 3

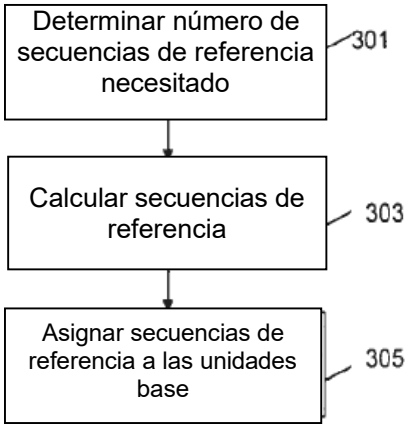


Figura 4

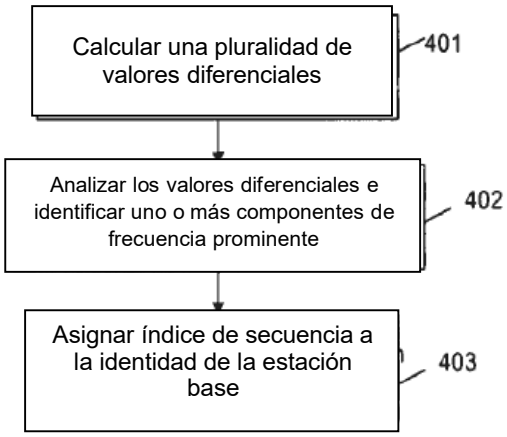


Figura 5

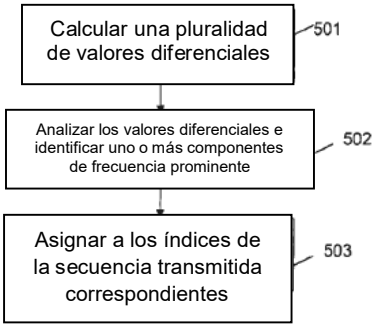


Figura 6

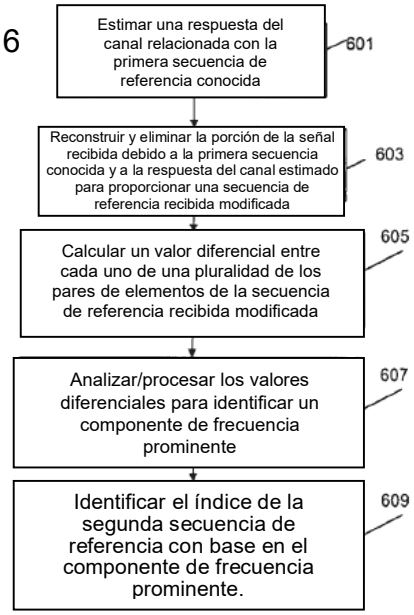


Figura 7

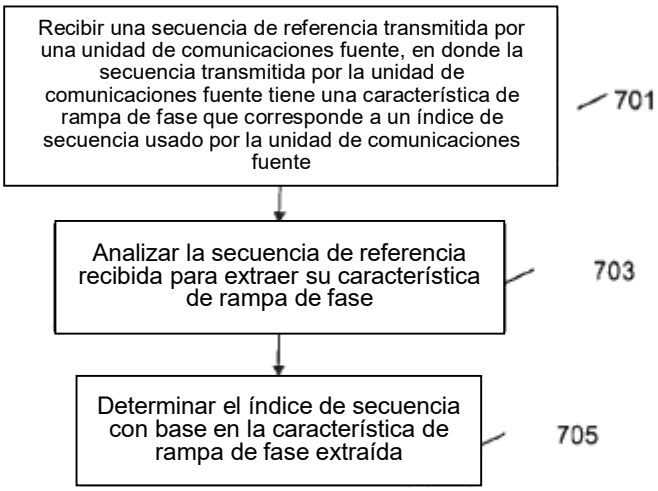
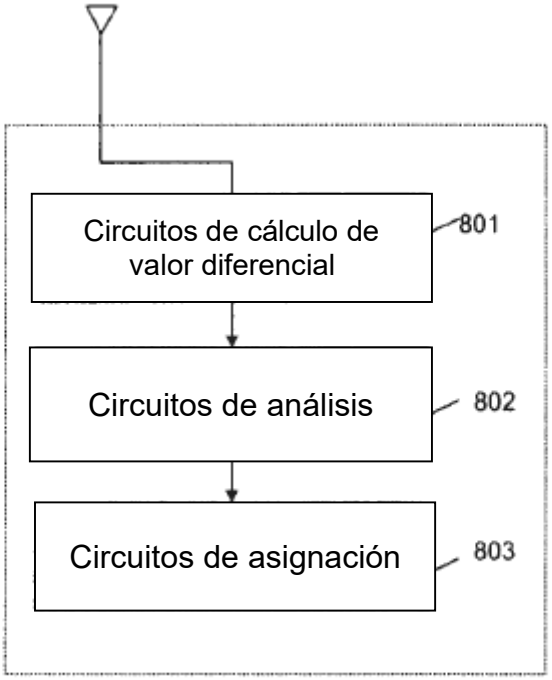

Recibir una secuencia de referencia transmitida por una unidad de comunicaciones fuente, en donde la secuencia transmitida por la unidad de comunicaciones fuente tiene una característica de rampa de fase que corresponde a un índice de secuencia usado por la unidad de comunicaciones fuente
701
Analizar la secuencia de referencia recibida para extraer su característica de rampa de fase
703
Determinar el índice de secuencia con base en la característica de rampa de fase extraída
705

Figura 8


Circuitos de cálculo de valor diferencial
801
Circuitos de análisis
802
Circuitos de asignación
803

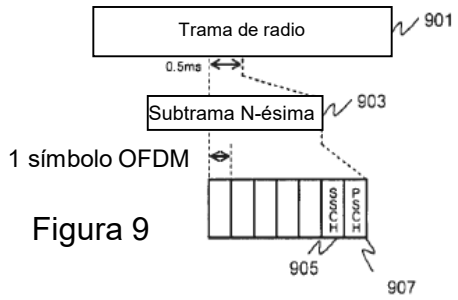


Figura 9

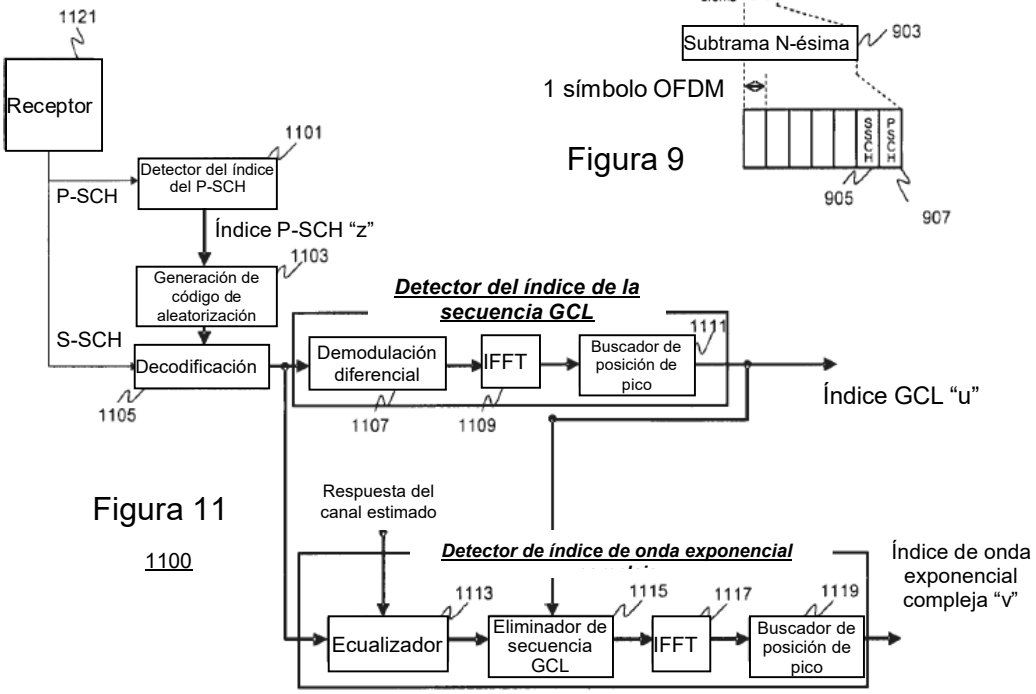


Figura 11

1100

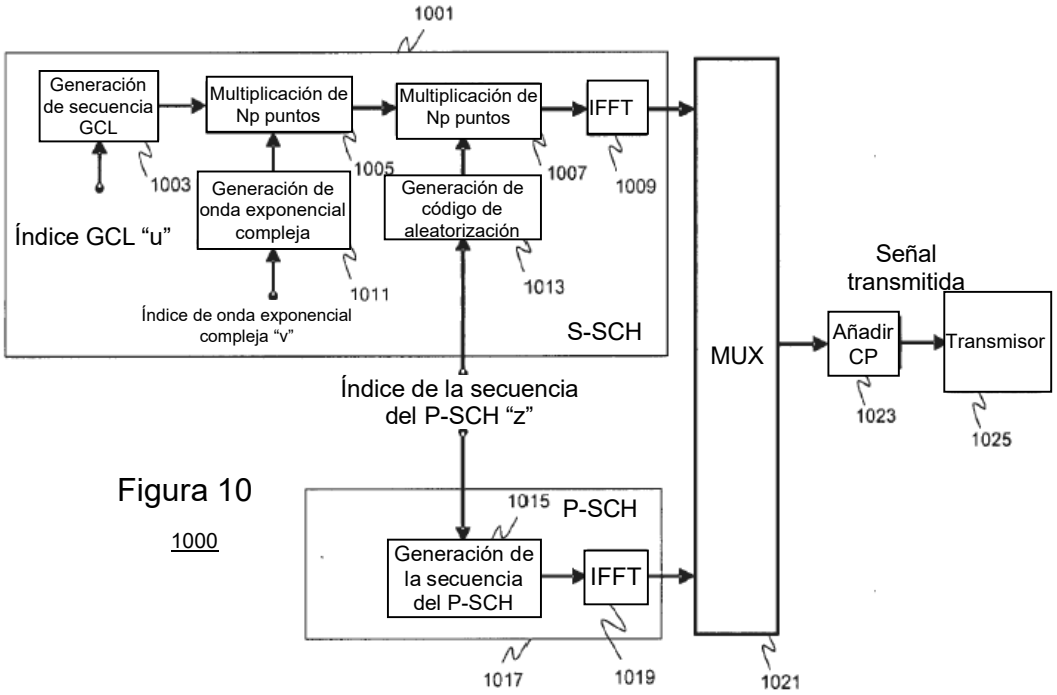


Figura 10

1000

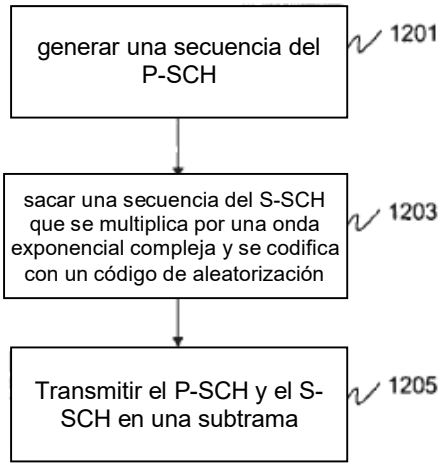


Figura 12

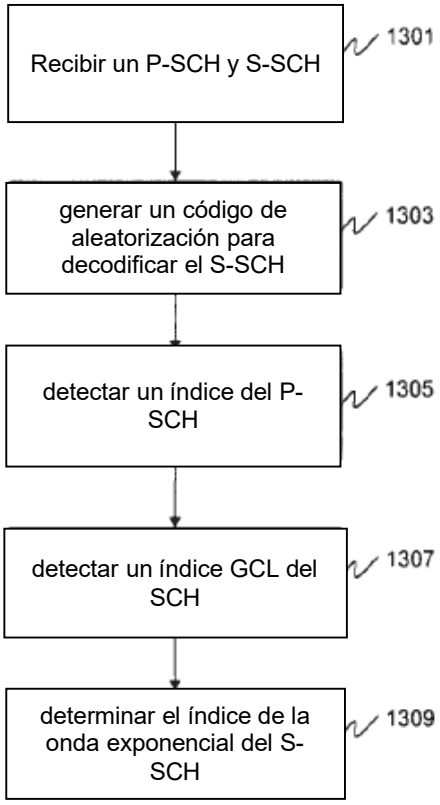


Figura 13