

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 404 170**

51 Int. Cl.:

H04L 27/26 (2006.01)
H04B 1/707 (2011.01)
H04L 7/04 (2006.01)
H04L 5/02 (2006.01)
H04J 13/00 (2011.01)
H04B 1/7075 (2011.01)
H04B 1/7077 (2011.01)
H04B 1/7093 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.04.2008 E 08735988 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2013 EP 2140644**

54 Título: **Sincronización mejorada para secuencias de chip**

30 Prioridad:

30.04.2007 US 914891 P
01.02.2008 US 24765

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.05.2013

73 Titular/es:

TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
(100.0%)
164 83 Stockholm, SE

72 Inventor/es:

LINDOFF, BENGT y
BALDEMAIR, ROBERT

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 404 170 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

Sincronización mejorada para secuencias de chip

Antecedentes

5 El Informe Técnico (TR) del "Third Generation Partnership Project" (3GPP) 25.814 V7.0.0, "Physical Layer Aspects for Evolved Universal Terrestrial Radio Access" (UTRA) (Versión 7), junio de 2006, y la Especificación Técnica (TS) 3GPP 36.211 V8.1.0, "Physical Channels and Modulation" (Versión 8), noviembre de 2007, describen la capa física de una red UTRA evolucionada (E-UTRAN) capaz de operar en un rango muy amplio de anchos de banda de canales y frecuencias de portadoras y con células "micro" de pequeño diámetro hasta células "macro" de gran diámetro que tienen rangos de células 100-km. 3GPP promulga especificaciones que estandarizan muchos tipos de sistemas de comunicaciones inalámbricas celulares.

15 La figura 1 muestra un típico sistema de telecomunicaciones inalámbricas celular 10. Los controladores de red de radio (RNC) 12, 14 controlan diversas funciones de red de radio, incluyendo por ejemplo la instalación del portador de acceso de radio, traspaso de la diversidad, etc. En general, cada RNC dirige las llamadas hacia y desde una estación móvil (MS), o un terminal remoto o equipo de usuario (UE), a través de la estación(es) de base apropiada (BSs), que se comunican entre sí a través de canales de enlace descendente (DL) (es decir, base-a-móvil o hacia delante) y UL (es decir, de móvil-a-base o hacia atrás). En la figura 1, el RNC 12 se muestra acoplado a la BS 16, 18, 20, y el RNC 14 se muestra acoplado a la BS 22, 24, 26.

20 Cada BS, o Nodo B en el vocabulario de 3G, sirve a un área geográfica que se divide en una o más células. En la figura 1, la BS 26 se muestra teniendo cinco sectores de antena S1-S5, que se puede decir que constituyen la célula de la BS 26, aunque un sector u otra área servida por las señales de una BS también pueden ser llamados una célula. Además, una BS puede utilizar más de una antena para transmitir señales a un UE. Las BSs son típicamente acopladas a sus RNCs correspondientes por líneas telefónicas dedicadas, enlaces de fibra óptica, enlaces de microondas, etc. Los RNCs 12, 14 están conectados con redes externas tales como la red telefónica pública conmutada (PSTN), Internet, etc. a través de uno o más nodos de red de núcleo, tales como un centro de conmutación móvil (no mostrado) y/o un nodo de servicio de radio por paquetes (no mostrado).

25 Debe entenderse que la disposición de funcionalidades representada en la figura 1 puede ser modificada en una E-UTRAN y otras redes de comunicación. Por ejemplo, la funcionalidad de los RNCs 12, 14 puede ser movida hacia los nodos Bs 22, 24, 26, y otras funcionalidades se pueden mover a otros nodos de la red.

30 Con el fin de manejar las diferentes condiciones de radio que pueden ocurrir en una E-UTRAN, se utiliza multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM), o acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA), en el enlace descendente. El OFDMA es una tecnología de acceso de radio (RAT) que puede adaptarse a las condiciones de propagación de radio diferentes que pueden ocurrir en una E-UTRAN. En particular, un sistema OFDM puede adaptar sus parámetros de transmisión DL no sólo en el dominio del tiempo, como en los sistemas de comunicación actuales, sino también en el dominio de la frecuencia. Los sistemas de comunicación OFDMA también se describen en la bibliografía, por ejemplo, la solicitud de patente US No. 11/289.184 de B. Lindoff et al.

35 En un sistema de comunicación OFDMA, el flujo de datos disponible está en porciones en un número de subportadoras de banda estrecha que se transmiten en paralelo. Debido a que cada subportadora es de banda estrecha, cada portadora experimenta sólo desvanecimiento plano, lo que hace que sea fácil demodular cada subportadora. Una estructura de tiempo-frecuencia básica en un DL en un sistema OFDM se representa en la figura 2, que muestra una pluralidad de subportadoras OFDM que son contiguas en la dirección de la frecuencia. El recurso de radio dedicado a un usuario en particular puede ser llamado un "bloque" o un "trozo", que es un número particular de subportadoras particulares utilizadas por un período de tiempo particular. Los diferentes grupos de subportadoras se utilizan en momentos diferentes para los diferentes usuarios, y la figura 2 ilustra bloques de recursos para los cuatro usuarios A, B, C, D. En el enlace descendente del sistema OFDM ejemplar representado en la figura 2, un bloque incluye 12 subportadoras (no todas de las cuales se muestran, para mayor claridad) separadas entre sí por 15 kilohercios (kHz), que juntos ocupan aproximadamente 180 kHz en la frecuencia, y 1,0 milisegundos (ms) en el tiempo. Se entenderá que la disposición de la figura 2 es sólo un ejemplo y que se pueden utilizar otras disposiciones.

50 Para la sincronización del receptor y otros fines, símbolos o señales de referencia, que pueden ser llamados pilotos, pueden ser transmitidos desde cada estación base a la frecuencia y los instantes de tiempo conocidos. Dichas señales de referencia se describen por ejemplo en la Sección 7.1.1.2.2 de 3GPP TR 25.814 y las Secciones 6.10 y 6.11 de 3GPP TS 36.211. Un ejemplo de estructura de tiempo-frecuencia 302 con ocho pilotos como se representa en la figura 3, que muestra ocho subportadoras que tienen los pilotos 302 en el plano de tiempo-frecuencia de OFDM. Otras subportadoras OFDM 304 transportan datos, pero para mayor claridad, éstos se indican en la figura 3 en sólo un instante en el plano de tiempo-frecuencia. Se entenderá que cada bloque de recursos incluye típicamente

unos pocos pilotos en diferentes sub-portadoras. También se entenderá que una BS puede utilizar múltiples antenas de transmisión para transmitir la información en una célula/sector/área, y las diferentes antenas de transmisión pueden enviar pilotos respectivos, diferentes.

5 De acuerdo con la Sección 7.1.2.4 del 3GPP TR 25.814 y las Secciones 6.11 y 5.7 de 3GPP TS 36.211, un E-UTRAN tiene canales de acceso inicial, como una señal de sincronización (SyS) y un canal de acceso aleatorio (RACH), que son robustos, lo que permite a un UE acceder al sistema bajo muchas condiciones de radio diferentes. La SyS en E-UTRAN se compone de una señal de sincronización primaria (P-SyS) y una señal de sincronización secundaria (S-SyS). Tres P-SyS se definen actualmente en E-UTRAN y se distribuyen a través de las células E-UTRAN. Los canales de sincronización y de acceso aleatorio comparables se proporcionan a menudo en otros sistemas de comunicación digital, aunque pueden tener nombres diferentes.

15 Con el fin de acceder a la red, un UE lleva a cabo un algoritmo de búsqueda de células que se inicia con el UE correlacionado su señal recibida con sus réplicas locales de las tres P-SyS para sincronizarse con la temporización del sistema. Después de esta etapa, el UE conoce la posición de la S-SyS y procede a una segunda etapa del algoritmo de búsqueda de células, en el que el UE decodifica la S-SyS, que contiene la identificación del grupo de la célula (ID). La ID del grupo de la célula, junto con la información acerca de cuál de las tres P-SyS está presente, establece la ID de la célula de la capa física de la célula. El UE entonces tiene toda la información que necesita para leer la información de sistema de difusión y para establecer la comunicación con la red.

20 Las P-SyS en E-UTRAN se basan en secuencias Zadoff-Chu (ZC), que son una clase especial de secuencias de tipo de alta frecuencia generalizadas (GCL). Una secuencia de ZC que tiene una longitud N, donde N es impar, y un índice de secuencia u que está definida por la siguiente expresión:

$$Z_u(k) = \exp(-j \cdot \pi/N \cdot u \cdot k \cdot (k+1)), \quad k = 0, 1, \dots, N-1.$$

Las tres señales P-SyS diferentes en E-UTRAN son secuencias de ZC de la misma longitud N con diferentes índices de secuencia u.

25 Las secuencias ZC tienen propiedades especiales, algunas de las cuales son deseables, pero algunas de las mismas necesitan una atención especial. En el lado positivo, las secuencias de ZC pertenecen a la clase de secuencias CAZAC, que tienen una amplitud constante (CA), correlaciones cruzadas de magnitud constante en todos los retardos y una auto correlación cero (ZAC) para retardos no iguales a cero. Estas propiedades hacen a las secuencias ZC muy atractivas para aplicaciones de sincronización. En el lado negativo, el comportamiento de auto correlación de las secuencias ZC en la presencia de desplazamientos de frecuencia debe ser considerado porque produce múltiples picos en la señal de auto correlación que interfieren con la sincronización exacta.

30 Con múltiples picos en la señal de auto correlación, puede ser difícil para un UE decidir qué pico es el correcto y lograr la sincronización adecuada. Si los componentes o funciones adicionales del receptor se implementan para identificar el pico de auto correlación correcto, se introducen varias desventajas. El receptor se hace más complejo, y el área de un chip semiconductor necesaria para dicho procesamiento así como la cantidad de energía eléctrica consumida por dicho procesamiento se incrementan. El mayor consumo de energía reduce la vida útil de las UEs alimentadas con batería, tales como teléfonos móviles, buscaperonas, etc.

40 El documento GB 2 320 868 A divulga un aparato para medir el desplazamiento de frecuencia grueso de una multi-portadora o señal de OFDM que incluye un bloque de símbolos que tiene una secuencia sustancialmente auto-ortogonal que se repite a través de sub-portadoras de la señal OFDM. El aparato incluye medios para procesar la señal de múltiples portadoras para obtener una señal que tiene una estructura regular de datos, y medios para aplicar una función de filtro de peine correspondiente a la estructura de datos regular, por lo tanto para deducir el desplazamiento de frecuencia grueso de la señal de portadora múltiple.

Sumario

45 De acuerdo con aspectos de la presente invención, se proporciona un procedimiento de identificación de un pico correcto en una salida de un filtro adaptado en un equipo de usuario para un sistema de comunicación. El procedimiento incluye las etapas de la correlación de una señal multiplexada por división de frecuencia ortogonal recibida con una réplica de una señal de sincronización, lo que produce una señal de salida de correlación; detectar picos en la señal de salida de correlación; evaluar los picos a una pluralidad de lugares predeterminados que se basan en propiedades de la señal de sincronización, produciendo de ese modo una pluralidad de señales de evaluación de pico, y determinar el máximo de las señales de evaluación de pico.

También de acuerdo con aspectos de la presente invención, se proporciona un aparato en un receptor para la identificación de un pico correcto en una salida de un filtro adaptado. El aparato incluye un filtro adaptado

5 configurado para correlacionar una señal multiplexada por división de frecuencia ortogonal recibida con una réplica de una señal de sincronización, y de ese modo producir una señal de salida de correlación; un detector de pico configurado para detectar picos en la señal de salida de correlación, y un procesador configurado para poner a prueba los picos en una pluralidad de lugares predeterminados que se basan en las propiedades de la señal de sincronización, y de ese modo producir una pluralidad de señales de evaluación de pico, y para determinar el máximo de las señales de evaluación de pico.

10 También de acuerdo con aspectos de la presente invención, se proporciona un medio legible por ordenador codificado con un programa informático que, cuando es ejecutado por el ordenador, hace que el ordenador lleve a cabo un procedimiento de identificación de un pico correcto en una salida de un filtro adaptado en un equipo de usuario para un sistema de comunicación. El procedimiento incluye las etapas de correlacionar una señal multiplexada por división de frecuencia ortogonal recibida con una réplica de una señal de sincronización, lo que produce una señal de salida de correlación; detectar de picos en la señal de salida de correlación; evaluar los picos en una pluralidad de lugares predeterminados que se basan en propiedades de la señal de sincronización, produciendo de ese modo una pluralidad de señales de evaluación de pico, y determinar el máximo de las señales de evaluación de pico.

Breve descripción de los dibujos

Las varias características, ventajas y objetos de la presente invención se entenderán leyendo esta descripción en conjunción con los dibujos, en los que:

La figura 1 representa un sistema de comunicación por radio celular;

20 La figura 2 representa una disposición de tiempo y de frecuencias de sub-portadoras en un sistema de comunicación usando multiplexado por división de frecuencia ortogonal;

La figura 3 representa un tiempo y disposición de frecuencias de las subportadoras que incluyen señales piloto;

La figura 4 ilustra una relación entre los elementos de una secuencia de sincronización y sub-portadoras;

La figura 5 es un diagrama de bloques de una parte de un receptor en un sistema de comunicación;

25 La figura 6 es un gráfico de la magnitud de una función de auto-correlación aperiódica en función del tiempo en ausencia de desplazamiento de frecuencia;

La figura 7 es un gráfico de la magnitud de una función de auto-correlación aperiódica en función del tiempo en presencia de desplazamiento de frecuencia;

La figura 8 ilustra la ubicación de los picos secundarios en una función aperiódica de auto-correlación;

30 La figura 9 es un diagrama de flujo de un procedimiento para identificar el pico apropiado en la salida de un filtro adaptado;

La figura 10A representa una señal transmitida que tiene una señal de referencia;

Las figuras 10B, 10C, 10D, y 10E muestran la salida de filtro adaptado de un receptor en diferentes momentos para la señal transmitida de la figura 10A;

35 La figura 11 es un diagrama de bloques de una parte de un receptor en un sistema de comunicación; y

Las figuras 12, 13, y 14 son gráficos de probabilidad de detección en función del índice de secuencia.

Descripción detallada

40 Se entenderá que esta invención no se limita a las secuencias de ZC o sistemas de comunicación que asignan secuencias de ZC a subportadoras de una señal de OFDM como se describió anteriormente. Otros tipos de secuencias que pueden tener el mismo comportamiento de desplazamiento de frecuencia como son las secuencias de ZC, por ejemplo, otras secuencias de GCL. Además, no importa si la longitud M de la IFFT y la longitud N de la secuencia de ZC son iguales o $M > N$; porque en este último caso la IFFT realiza la interpolación, y así el comportamiento principal sigue siendo el mismo. Además, no importa si la secuencia de ZC es asignada en el tiempo o dominio de frecuencia debido a una secuencia de ZC transformadas por una IFFT resultados en una secuencia CAZAC de nuevo. Además, esta aplicación se centra en los sistemas OFDM simplemente para la

economía de la explicación, pero se comprenderá que los principios descritos en esta solicitud pueden ser implementados en otros sistemas de comunicación digital.

5 Para la siguiente discusión, se supone que una P-SyS se genera mediante el la asignación en el dominio de la frecuencia a una secuencia de ZC de longitud N para las subportadoras de una señal OFDMA y luego se transforma en el dominio del tiempo con una transformada de Fourier rápida inversa (IFFT). Tal generación en el dominio de la frecuencia se ilustra mediante la figura 4, que muestra los elementos de una secuencia ZC y las sub-portadoras de una señal OFDMA como puntos en respectivas líneas horizontales que están alineadas adecuadamente. Se entenderá que la disposición de la figura 4 es sólo un ejemplo y que se pueden utilizar otras disposiciones.

10 Para manejar un desplazamiento de frecuencia desconocido, un UE puede tener un receptor que incluye algún tipo de correlador que se corresponde con la representación de dominio de tiempo de la P-SyS o señal de sincronización equivalente, es decir, que el receptor incluye un filtro adaptado que tiene una respuesta de impulso que corresponde a un (con inversión del tiempo) de complejo conjugado de espejo de la P-SyS. Para manejar un desplazamiento de frecuencia desconocido, varios filtros adaptados se implementan en el receptor, con cada uno de los varios filtros adaptados teniendo una respuesta de impulso adaptada a la señal de sincronización con un desplazamiento de frecuencia asumido respectivo diferente.

15 La figura 5 es un diagrama de bloques de una parte de un receptor del UE que tiene N filtros adaptados MF-1, MF-2, ..., de MF-N y N detectores de picos respectivos que proporcionan sus señales de salida a un detector de máximo Max. Los filtros adaptados N se ejecutan en paralelo, con cada filtro suponiendo un desplazamiento de frecuencia respectivo diferente f_{os} . El detector de máximo Max esencialmente compara las salidas de todos los filtros adaptados y selecciona ese filtro que tiene el pico más alto para su uso en la detección adicional de la temporización P-SyS y la sincronización de la estación base-UE. Tales filtros adaptados se pueden implementar en los dispositivos de hardware, tales como líneas de retardo, correladores que comparan las secuencias de entrada con las secuencias esperadas y dispositivos equivalentes, o como algoritmos de software ejecutados por un procesador programable en el UE. Por ejemplo, la patente US No. 7.003.022 de Urabe et al. divulga filtros adaptados y receptores para sistemas de comunicación por radio móvil.

20 Si la frecuencia del oscilador local del UE (no mostrado en la figura 5), que se utiliza para traducir la señal recibida del UE a partir de las frecuencias de radio a la banda de base, es exactamente la misma que la frecuencia del oscilador de la estación base, que se utiliza para generar la señal de transmisión de la estación base, y si los desplazamientos de frecuencia Doppler se pueden despreciar, la señal de salida producida por uno de los filtros adaptados del receptor del UE puede parecerse a la figura 6. Se supone que no hay ruido en la figura 6, que es un gráfico de la magnitud de la función de auto-correlación aperiódica P-SyS en función del tiempo. Se observará que la señal de salida representada en la figura 6 posee un único pico afilado, que es fácil de detectar y permita una determinación fiable de la temporización P-SyS y buena sincronización de la estación base-UE.

35 La figura 7 muestra una señal de salida que podría ser producida por un filtro adaptado en el receptor del UE cuando el desplazamiento de la frecuencia asumida del filtro adaptado difiere de la frecuencia de desplazamiento de la señal de banda base demodulada por la mitad del ancho de banda de una subportadora de la señal de OFDMA. En lugar de un pico afilado, la señal de salida del filtro adaptado contiene dos picos significativos, uno de los cuales es en la temporización adecuada y el otro de los cuales es 9 unidades de tiempo más temprano. El pico en la temporización adecuada puede ser llamado el pico "principal" y el pico que se desplaza puede ser llamado un pico "secundario". En comparación con la figura 6, las magnitudes de ambos los picos principales y secundarios también se reducen, entre otras diferencias notables.

40 En cualquier caso, es imposible para un UE decidir qué pico es el correcto en una señal de salida de autocorrelación (filtro adaptado) como se representa en la figura 7. La disposición de la figura 5, con múltiples filtros adaptados que se ejecuta en paralelo con diferentes desplazamientos de frecuencia asumidos, es una manera de tratar este problema. Se supone que uno de los múltiples filtros coincidentes tendrá un desplazamiento de frecuencia supuesto que está cerca del desplazamiento real, obteniéndose una señal de salida más grande. Sin embargo, es deseable evitar la complejidad adicional y otras desventajas de un receptor que tiene múltiples filtros adaptados.

45 Los inventores han reconocido que la ubicación del pico de autocorrelación principal secundario en la figura 7 es independiente de la cantidad de la desviación de frecuencia, siempre que esa cantidad es del orden de la anchura de banda de la subportadora o menos. Más generalmente, los inventores han reconocido que los picos secundarios en la señal de salida de autocorrelación ocurren en $n_0 \pm uL$ y $n_0 \pm u(L-1)$, donde L es un número entero positivo que es el múltiplo más pequeño del df ancho de banda de la subportadora que es mayor que la magnitud $|f_{os}|$ de la desviación de la frecuencia f_{os} , u es el índice de secuencia ZC, n_0 es la posición del pico correcto, y f_{os} está limitada como sigue: $(L-1) df \leq |f_{os}| \leq Ldf$. El signo de la desviación de la frecuencia determina qué signo se utiliza en las ecuaciones anteriores.

55 En particular, para un desplazamiento de frecuencia de menos de un ancho de banda de la subportadora (es decir, L

= 1), el segundo pico se produce a $n_0 \pm u$, que es de otro modo independiente de la cantidad del desplazamiento de frecuencia. Si el desplazamiento de frecuencia es exactamente un ancho de banda de una sub-portadora (es decir, $f_{os} = Df$), el pico principal en no desaparece y sólo el pico secundario se mantiene en $n_0 + u$ o $n_0 - u$, dependiendo de la señal del desplazamiento de frecuencia. Para desplazamientos de frecuencia mayores de un ancho de banda de la subportadora y menores que dos anchos de banda de la subportadoras, un pico secundario adicional se produce con el pico secundario debido a un desplazamiento de frecuencia igual a dos anchos de banda de la subportadoras (es decir, en $n_0 \pm 2u$). Para un desplazamiento de frecuencia igual a dos anchos de banda de la subportadoras (es decir, $f_{os} = 2df$), el pico secundario debido a un desplazamiento de frecuencia igual a un ancho de banda de la subportadora (es decir, en $n_0 \pm u$) desaparece y sólo permanece el nuevo pico secundario.

5 Tal como se señaló anteriormente, en general, para un desplazamiento de frecuencia igual a un múltiplo entero de la anchura de banda de la subportadora, sólo existe un único pico en una ubicación completamente determinada por la frecuencia de desplazamiento y la secuencia de ZC en sí misma. Para un desplazamiento de frecuencia entre (L-1) y L veces el ancho de banda de sub-portadora, los picos de correlación secundarios se componen de los picos de correlación presentes en frecuencia de desplazamiento (L-1) y L veces el ancho de banda de la subportadora. Se apreciará que la explicación anterior es exacta sólo para desplazamientos de frecuencia iguales a múltiplos enteros de la anchura de banda de la subportadora. Para otros desplazamientos de frecuencia, se producen otros picos - mucho más atenuados - además de los picos secundarios descritos anteriormente que se han omitido en aras de la claridad de la discusión. Se apreciará además que la explicación anterior es exacta para una señal de autocorrelación periódica y es una aproximación razonable para los casos de una señal de salida de autocorrelación aperiódica de un filtro adaptado.

10 Por lo tanto, los inventores han reconocido que la distancia entre la posición del pico principal deseado y los picos secundarios en las señales de salida de los filtros adaptados en un receptor se determina por el índice u de la secuencia ZC, y si un pico secundario conduce o sigue al pico principal es determinado por la señal del desplazamiento de frecuencia. Los picos secundarios de la función de autocorrelación se localizan en (L-1) u y Lu (en un módulo - en sentido N) unidades de tiempo relativas a la posición del pico de autocorrelación verdadero.

15 La figura 8 ilustra que las ubicaciones de los picos secundarios están determinadas por el índice u de secuencia ZC. Para un pico principal en el instante de tiempo n_0 , un pico secundario sólo puede ocurrir en cualquiera de el instante de tiempo $n_0 + u$ o el instante de tiempo $n_0 - u$, suponiendo un desplazamiento de frecuencia que es menor que un ancho de banda de sub-portadora. Independiente de qué pico de la señal de correlación es encontrado por un detector de pico, los inventores han reconocido que el pico principal siempre se puede identificar probando el pico encontrado y las posiciones en $\pm u$ relativas al pico encontrado. Si la P-SyS se interpola (por ejemplo, mediante el uso de un tamaño de IFFT M que es mayor que la longitud de la secuencia N de ZC), el desplazamiento de los picos secundarios es de \pm redonda ($u \cdot M/N$), donde la notación redonda () indica una función de redondeo. Tal como se ve en el ejemplo de la figura 7, en el que el índice de secuencia $u = 5$, $M = 128$ y $N = 71$, se localiza el pico secundario en el - redonda ($5 \cdot 128/71$) = -9. Para desplazamientos de frecuencia más grandes que un ancho de banda de subportadora, los picos de autocorrelación secundarias aparecen en (L-1) u y Lu (en un sentido de módulo-N) con respecto al pico real en no.

20 Así, un receptor de acuerdo con esta invención puede haber reducido la complejidad mediante la sustitución de un banco de filtros adaptados con un filtro adaptado en el detector P-SyS para identificar el pico correcto y encontrar la temporización P-SyS. El filtro adaptado puede ser un correlacionador adaptado a la P-SyS, y tal correlacionador, que puede ser realizado por un procesador electrónico adecuadamente programado o configurado, línea de retardo con derivaciones, etc., se utiliza como un dispositivo de sincronización primaria. Si un pico principal es detectado, la posición de este pico correcto (supuesto) (no) junto con las posiciones de los picos secundarios (por ejemplo, en $n_0 \pm u$) se evalúa para identificar qué pico es el correcto. Si los desplazamientos de frecuencia más grandes que el ancho de banda de una subportadora puede estar presente, hipótesis adicionales en $n_0 \pm (L-1) u$ y $n_0 \pm Lu$ (entendidas en un sentido de módulo-N) se ensayan con la hipótesis en no.

25 Un diagrama de flujo de un procedimiento para identificar el pico apropiado en la salida de un filtro adaptado se representa en la figura 9. El procedimiento comienza en la etapa 902 con el emparejado-filtrado (MF) de una señal, tal como una P-SyS, por ejemplo mediante la correlación de la señal con una réplica local, que puede ser almacenada, de una señal esperada. El procedimiento continúa en la etapa 904 con la detección de un pico en una señal de salida producida por la etapa de filtrado-emparejado. En los pasos 906, 908, 910, un pico detectado se evalúa, o se verifica, en lugares predeterminados que se basan en las propiedades de la señal esperada. Como se ha descrito anteriormente para el caso de una secuencia ZC como la señal esperada, las posiciones predeterminadas son $n_0 \pm (L-1) u$ y $n_0 \pm Lu$ en general, y n_0 y $n_0 \pm u$ en el caso de que un desplazamiento de frecuencia esperado sea menos del ancho de banda de subportadora. En la etapa 912, se determina el máximo de las verificaciones en los lugares predeterminados, identificando de este modo el pico apropiado.

30 Se apreciará que cuando la frecuencia de desplazamiento f_{os} es menor que el ancho de banda de subportadora df , las tres ubicaciones para evaluar son n_0 y $n_0 \pm u$, y cuando el desplazamiento de frecuencia es mayor que df , esos lugares son n_0 , $n_0 \pm (L-1) u$, y $n_0 \pm Lu$. Si no se conoce el tamaño del desplazamiento de frecuencia, el receptor

debe buscar picos en $(n_0 \pm Lu)$ para todos los L , es decir, para $i = 1, 2, \dots, L$.

5 Evaluar los picos en n_0 y $(n_0 \pm (L-1)u)$ y $(n_0 \pm Lu)$ (etapas 906 a 910) se puede hacer de varias maneras. Una manera es asumir que cada pico en particular bajo evaluación es correcto y actuar en esos supuestos, por ejemplo, mediante el inicio de la detección de la S-SyS u otra señal en cada uno de los picos identificados. Como resultado de este tipo de detección "ciega", es probable que los procesos de detección de S-SyS en los picos "equivocados" falle o posea un nivel de confianza mucho más bajo que la detección de S-SyS en el pico correcto.

10 Otra forma de evaluar los picos es evaluar cada uno frente a una señal conocida, suponiendo que el pico actualmente evaluado es el correcto. Por ejemplo, si en un cierto tiempo después de la P-SyS una señal conocida, por ejemplo, una señal de referencia, se produce, el receptor en cada hipótesis de temporización se correlaciona con la señal conocida. Esta manera de evaluar los picos de salida del filtro adaptado se ilustra en la figura 10. En la figura 10A, la señal transmitida incluye la P-SyS y, después de un intervalo de tiempo T_0 , una señal de referencia RS. La figura 10B representa la salida del filtro adaptado del receptor, que muestra un pico primario en el momento n_0 y un pico secundario en tiempo $n_0 - u$. La figura 10C representa la salida del receptor de filtro adaptado cuando el filtro ha sido adaptado para correlacionar con la señal de referencia RS, que muestra un pico afilado en el momento de $n_0 - u + T_0$. La figura 10D representa la salida del receptor de filtro adaptado cuando el filtro ha sido adaptado para correlacionar con la señal de referencia RS, que muestra una señal indeterminada en el momento $n_0 + T_0$. La figura 10E representa la salida del receptor de filtro adaptado cuando el filtro ha sido adaptado para correlacionar con la señal de referencia RS, que muestra una señal indeterminada en el momento $n_0 + u + T_0$. Para cada una de las tres hipótesis P-SyS, la señal recibida es (después del intervalo de tiempo fijo) correlacionada con la señal conocida. La posición correcta - y por lo tanto también la posición correcta de P-SyS - se determina por la métrica de correlación más fuerte, es decir, la señal de salida más grande del filtro adaptado. Para que este procedimiento funcione, debe existir una señal conocida con una relación de temporización fija respecto a P-SyS o a la señal de sincronización equivalente.

25 Sin embargo, otra manera de verificar que pico es el correcto es evaluar cada temporización P-SyS con un correlador diferencial. En E-UTRAN y otros sistemas de comunicación, cada símbolo OFDMA está prefijado de un prefijo cíclico. Un correlacionador diferencial que tiene un retraso de tiempo igual a la longitud de un símbolo OFDMA y que tiene un tiempo de integración igual a la longitud del prefijo cíclico genera una señal de salida que tiene un máximo que se produce al final del prefijo cíclico. Por lo tanto, para cada una de las hipótesis de temporización P-SyS, se evalúa la salida del correlador diferencial y la hipótesis de temporización que resulta en la señal de salida del correlacionador diferencial más alta es seleccionada. Los correlacionadores diferenciales son dispositivos que son conocidos en la técnica, por ejemplo, las patentes U.S. No. 4.964.138 de Nease et al. y No. 4.800.518 de Miller, y muchos correlacionadores diferenciales pueden ser utilizados.

35 La figura 11 es un diagrama de bloques de una disposición ejemplar de una parte de un receptor que incluye un filtro adaptado MF, un detector de pico, un correlador diferencial, un evaluador de muestra, y un dispositivo de máximo determinar tal como se describió anteriormente. Para cada hipótesis de temporización P-SyS, la salida del correlador diferencial corresponde al prefijo cíclico es evaluada por el probador de muestra. La temporización P-SyS correcta corresponde a la posición en la que la salida del correlacionador diferencial es un máximo. El probador de muestra recoge las tres posiciones (a partir de la salida del correlador diferencial) determinadas por el detector de pico. Por lo tanto, el probador de muestra, el detector de pico, y el dispositivo de determinación de máximo operan para determinar la posición donde la salida del correlador diferencial es un máximo. Para mejorar el rendimiento, la señal de salida del correlador diferencial puede ser suavizada, por ejemplo, promediando sobre varios símbolos OFDMA con un filtro adecuado u otro promediador incluido en el probador de muestra. El uso de este procedimiento no requiere un conocimiento completo de la señal real transmitida dado que se usa un dispositivo de correlación diferencial, aunque se apreciará que se necesita saber que es un símbolo de OFDM con una longitud CP determinada. Los valores exactos de la señal transmitida (es decir, los puntos de la constelación de transmisión) no necesitan ser conocido.

50 En lugar de utilizar el prefijo cíclico y un correlador diferencial adaptado a él, se puede utilizar otra señal con repetición en el dominio del tiempo. Una posibilidad es la señal de referencia descrita anteriormente. En E-UTRAN, las señales de referencia se transmiten en cada sexta subportadora, lo que resulta en una señal que se repite seis veces dentro de un símbolo de OFDMA. Se cree actualmente que es suficiente que la señal se repita a sí misma, y por tanto el desfase y también el período de integración del correlador diferencial son iguales a la longitud del período de señal fundamental, por ejemplo, $1/6$ del periodo de símbolo de OFDMA.

55 En comparación con la estructura del receptor representado en la figura 5, las disposiciones descritas anteriormente en relación con las figuras 9 y 11 tienen sólo un filtro adaptado junto con algunos circuitos de verificación. Como se explicó anteriormente, el circuito de verificación puede ser un correlacionador que opera sólo en un lapso de tiempo muy limitado o un correlador diferencial. En cualquier caso, la circuitería de verificación requiere sólo operaciones de baja complejidad, la reducción del área de chip requerida para las funciones de sincronización de un receptor y también el consumo de energía de dichos circuitos de sincronización.

5 Las figuras 12, 13, y 14 son gráficos de probabilidad de detección P-SyS respecto del índice de secuencia de ZC que comparan el rendimiento de los procedimientos de detección descritos anteriormente, con el rendimiento de un filtro único adaptado convencional. En las figuras, el desplazamiento de frecuencia se distribuye aleatoriamente de manera uniforme en el intervalo de más o menos el ancho de banda de subportadora para los niveles de SNR de -4 dB, -4 dB y 0 dB, respectivamente. Un claro aumento del rendimiento se puede observar a través de toda la gama SNR.

10 Se apreciará que los procedimientos descritos anteriormente se llevan a cabo repetidamente según sea necesario, por ejemplo, para responder a la naturaleza variable en el tiempo de canales de comunicación entre transmisores y receptores. Para facilitar la comprensión, muchos aspectos de la presente invención se describen en términos de secuencias de acciones que se pueden realizar, por ejemplo, mediante elementos configurados adecuadamente de un sistema informático programable. También se reconocerá que diversas acciones podrían ser realizadas por circuitos especializados configurados adecuadamente (por ejemplo, puertas lógicas discretas interconectadas para realizar una función especializada o circuitos integrados específicos de la aplicación), mediante instrucciones de programa ejecutadas por uno o más procesadores, o mediante una combinación de ambos.

15 Además, esta invención también puede ser considerada para ser incorporada totalmente dentro de cualquier forma de medio de almacenamiento legible por ordenador que tiene almacenado en él un conjunto apropiado de instrucciones para uso por o en conexión con un sistema, aparato o dispositivo de ejecución de instrucciones, tal como un sistema basado en ordenador, un sistema que contiene un procesador u otro sistema que puede traer instrucciones desde un soporte y ejecutar las instrucciones. Tal como se utiliza aquí, un "medio legible por ordenador" puede ser cualquier medio que pueda contener, almacenar, comunicar, propagar, o transportar el programa para el uso por o en conexión con el sistema, aparato o dispositivo de instrucciones de ejecución. El medio legible por ordenador puede ser, por ejemplo pero no estar limitado a, un sistema, aparato, dispositivo o medio de propagación electrónico, magnético, óptico, electromagnético, infrarrojo, o semiconductor. Ejemplos más específicos (una lista no exhaustiva) del medio legible por ordenador incluyen una conexión eléctrica que tiene uno o más cables, un disquete de ordenador portátil, una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de sólo lectura (ROM), una memoria programable y borrable de sólo lectura (EPROM o memoria Flash), y una fibra óptica.

25 Por lo tanto, la invención se puede realizar de muchas formas diferentes, no todas las cuales se han descrito anteriormente, y todas estas formas se contemplan dentro del alcance de la invención. Para cada uno de los diversos aspectos de la invención, cualquiera de dichas formas puede ser denominada como "lógica configurada para" realizar una acción descrita, o alternativamente como "lógico que" realiza una acción descrita.

30 Se subraya que los términos "comprende" y "que comprende", cuando se usan en esta solicitud, especifican la presencia de características, números enteros, etapas o componentes y no excluye la presencia o adición de una o más de otras características, números enteros, etapas, componentes, o grupos de los mismos.

35 Las realizaciones particulares descritas anteriormente son meramente ilustrativas y no deben considerarse restrictivas en modo alguno. El alcance de la invención está determinado por las siguientes reivindicaciones, y todas las variaciones y equivalentes que caen dentro del alcance de las reivindicaciones están destinados a ser abarcadas por las mismas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de identificación de un pico correcto en una salida de un filtro adaptado (MF; 902) en un equipo de usuario (28, 30) para un sistema de comunicación (10), que comprende las etapas de:
- 5 correlacionar una señal multiplexada por división de frecuencia ortogonal recibida con una réplica de una señal de sincronización, lo que produce una señal de salida de correlación;
- detectar picos en la señal de salida de correlación;
- evaluar las posiciones de pico detectadas y posiciones de los picos derivadas, donde las posiciones de los picos derivadas están basadas en las propiedades de la señal de sincronización, produciendo de ese modo una pluralidad de señales de evaluación de posición de picos prueba; y
- 10 determinar el máximo de las señales de prueba de posición del pico y por lo tanto una temporización de sincronización correcta.
2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la señal de sincronización es una secuencia Zadoff-Chu y los lugares predeterminados son n_0 , $N_0 \pm u$ módulo N , y $n_0 \pm u (l - 1)$ módulo N , donde n_0 indica una ubicación del pico correcto; u es un índice de la secuencia de Zadoff-Chu, L es un entero positivo que es un múltiplo más pequeño de un ancho de banda de la subportadora df que está mayor que una magnitud $|f_{os}|$ de un desplazamiento de frecuencia f_{os} de los equipos de usuario con respecto a la señal recibida, $l = 1, 2, \dots, L$, y $(L-1) df \leq |f_{os}| \leq Ldf$.
- 15 3. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la señal de sincronización es una secuencia Zadoff-Chu y los lugares predeterminados son n_0 y $n_0 \pm u$, donde n_0 indica una posición del pico correcto; u es un índice de la secuencia de Zadoff-Chu, y una magnitud de una frecuencia de desplazamiento del equipo de usuario con respecto a la señal recibida es menor que o igual a un ancho de banda de la subportadora.
- 20 4. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la etapa de evaluar un pico incluye decodificar una segunda señal recibida en base a un tiempo de sincronización asumido en cada una de la pluralidad de posiciones predeterminadas.
- 25 5. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la etapa de ensayo incluye la correlación de la señal recibida con una señal esperada que tiene una posición conocida relativa a la señal de sincronización.
6. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la correlación de la señal recibida con la señal esperada se lleva a cabo alrededor de las ubicaciones predeterminadas.
- 30 7. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la etapa de evaluar el pico incluye correlacionar diferencialmente la señal recibida, produciendo de este modo una señal de salida de correlación diferencial.
8. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, en el que la etapa de evaluar el pico incluye además suavizar la correlación diferencial de la señal de salida.
9. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, en el que la señal recibida es correlacionada diferencialmente con un prefijo cíclico, una señal de referencia, o una señal de dominio de tiempo repetitiva.
- 35 10. Un aparato en un receptor (28, 30) para la identificación de un pico correcto en una salida de un filtro adaptado, que comprende:
- un filtro adaptado (MF; 902) configurado para correlacionar una señal multiplexada por división de frecuencia ortogonal recibida con una réplica de una señal de sincronización, y de ese modo producir una señal de salida de correlación;
- 40 un detector de picos (904) configurado para detectar picos en la señal de salida de correlación; y
- un procesador (906, 908, 910, 912) configurado para evaluar posiciones de los picos detectados y posiciones de los picos derivadas, donde las posiciones de los picos derivadas están basados en las propiedades de la señal de sincronización, y de ese modo producen una pluralidad de picos de señales de posición de prueba, y a determinar el máximo de las señales de evaluación de posición de pico y por lo tanto una temporización de sincronización correcta.
- 45

11. El aparato de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la señal de sincronización es una secuencia Zadoff-Chu y los lugares predeterminados son n_0 , $N_0 \pm u$ módulo N , y
- no $\pm u$ (l - 1) módulo N , donde n_0 indica una posición del pico correcto; u es un índice de la secuencia de Zadoff-Chu, L es un entero positivo que es un múltiplo más pequeño de un ancho de banda de la subportadora df que es mayor que una magnitud $|f_{os}|$ de un desplazamiento de frecuencia f_{os} del receptor con respecto a la señal recibida, $l = 1, 2, \dots, L$, y $(L-1) df \leq |f_{os}| \leq Ldf$.
12. El aparato de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el procesador está configurado para poner a prueba los picos mediante la descodificación de una segunda señal recibida en base a un tiempo de sincronización asumido en cada una de la pluralidad de posiciones predeterminadas.
13. El aparato de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el procesador está configurado para poner a prueba los picos mediante la correlación de la señal recibida con una señal esperada que tiene una posición conocida respecto a la señal de sincronización.
14. El aparato de acuerdo con la reivindicación 13, en el que el procesador está configurado para correlacionar la señal recibida con la señal de espera alrededor de los lugares predeterminados.
15. El aparato de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el procesador está configurado para poner a prueba los picos correlacionando diferencialmente la señal recibida, produciendo de este modo una correlación diferencial de la señal de salida.
16. El aparato de acuerdo con la reivindicación 15, en el que el procesador está configurado además para evaluar los picos al suavizar la correlación diferencial de la señal de salida.
17. El aparato de acuerdo con la reivindicación 15, en el que la señal recibida es correlacionada diferencialmente con un prefijo cíclico, una señal de referencia, o una señal de dominio de tiempo repetitiva.
18. Un medio legible por ordenador codificado con un programa informático que, cuando es ejecutado por el ordenador, hace que el ordenador lleve a cabo un procedimiento de identificación de un pico correcto en una salida de un filtro adaptado (MF; 902) en un equipo de usuario (28; 30) para un sistema de comunicación (10), en el que el procedimiento comprende las etapas de:
- correlacionar una señal multiplexada por división de frecuencia ortogonal recibida con una réplica de una señal de sincronización, lo que produce una señal de salida de correlación;
- detectar picos en la señal de salida de correlación;
- evaluar las posiciones de pico detectadas y posiciones de los picos derivadas, donde las posiciones de los picos derivadas están basadas en las propiedades de la señal de sincronización, produciendo de ese modo una pluralidad de picos de señales de posición de prueba; y
- determinar el máximo de las señales de prueba de posición de pico y por lo tanto una temporización de sincronización correcta.
19. El medio de acuerdo con la reivindicación 18, en el que la señal de sincronización es una secuencia Zadoff-Chu y los lugares predeterminados son n_0 , $N_0 \pm u$ módulo N , y $n_0 \pm u$ (l - 1) módulo n , donde n_0 indica una posición del pico correcto; u es un índice de la secuencia de Zadoff-Chu, L es un entero positivo que es un múltiplo más pequeño de un ancho de banda sub-portadora df que es mayor que una magnitud $|f_{os}|$ de un desplazamiento de frecuencia f_{os} del equipo de usuario con respecto a la señal recibida, $l = 1, 2, \dots, L$, y $(L-1) df \leq |f_{os}| \leq Ldf$.
20. El medio de acuerdo con la reivindicación 18, en el que la etapa de evaluación de un pico incluye decodificar una segunda señal recibida en base a un tiempo de sincronización asumida en cada una de la pluralidad de posiciones predeterminadas.
21. El medio de acuerdo con la reivindicación 18, en el que la etapa de evaluación incluye la correlación de la señal recibida con una señal esperada que tiene una posición conocida relativa a la señal de sincronización.
22. El medio de acuerdo con la reivindicación 18, en el que la etapa de evaluar el pico diferencialmente incluye correlacionar la señal recibida, produciendo de este modo una correlación diferencial de la señal de salida.

Hasta/Desde otras Redes por Medio de un Nodo o Nodos de Red de Núcleo

Hasta/Desde otras Redes por Medio de un Nodo o Nodos de Red de Núcleo

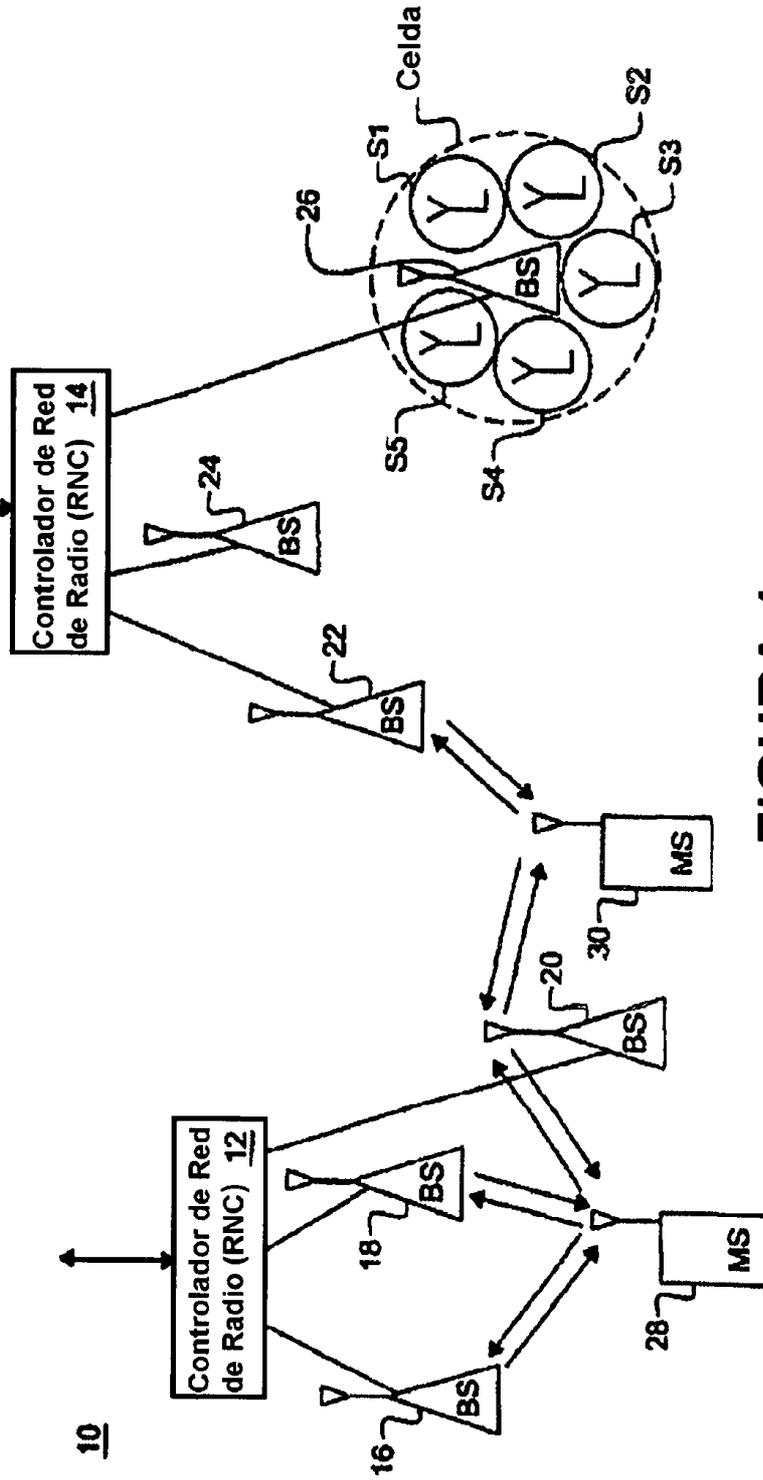


FIGURA 1

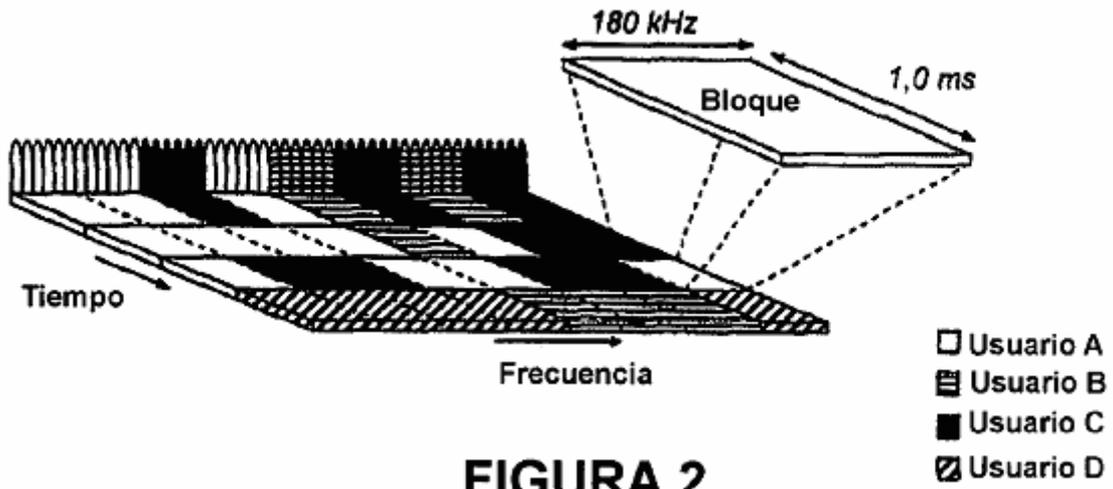


FIGURA 2

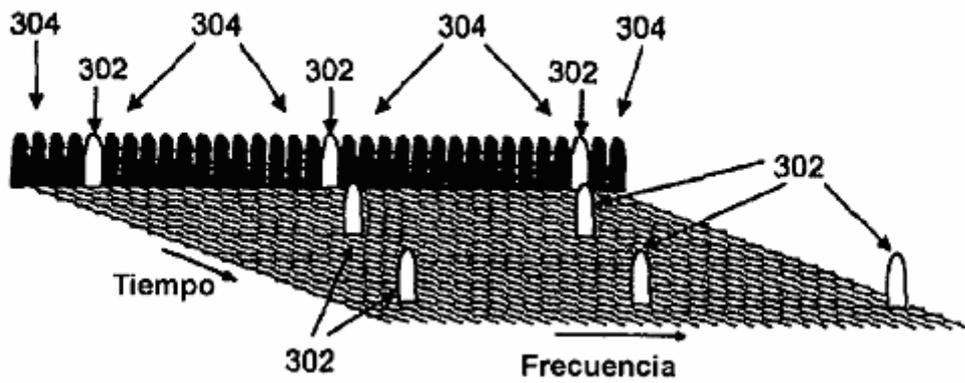


FIGURA 3

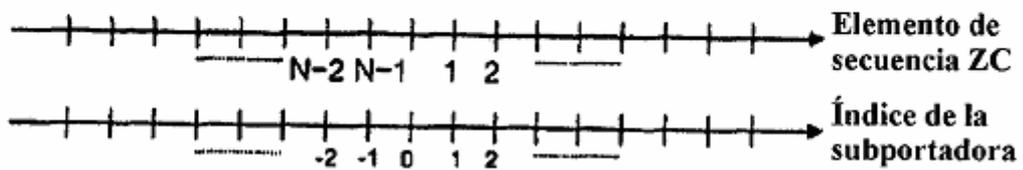


FIGURA 4

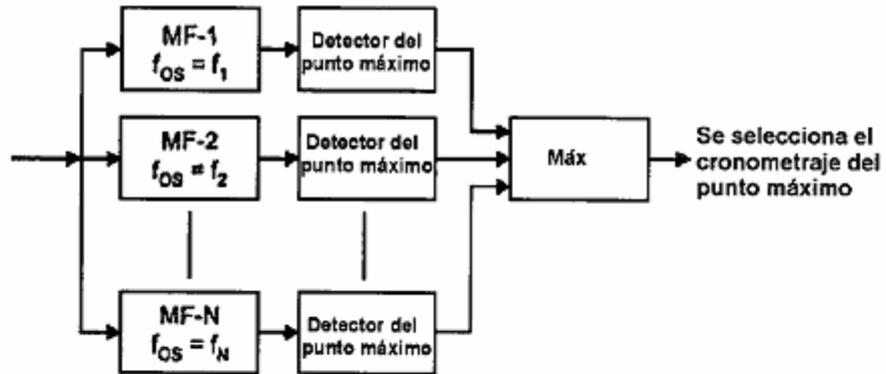


FIGURA 5

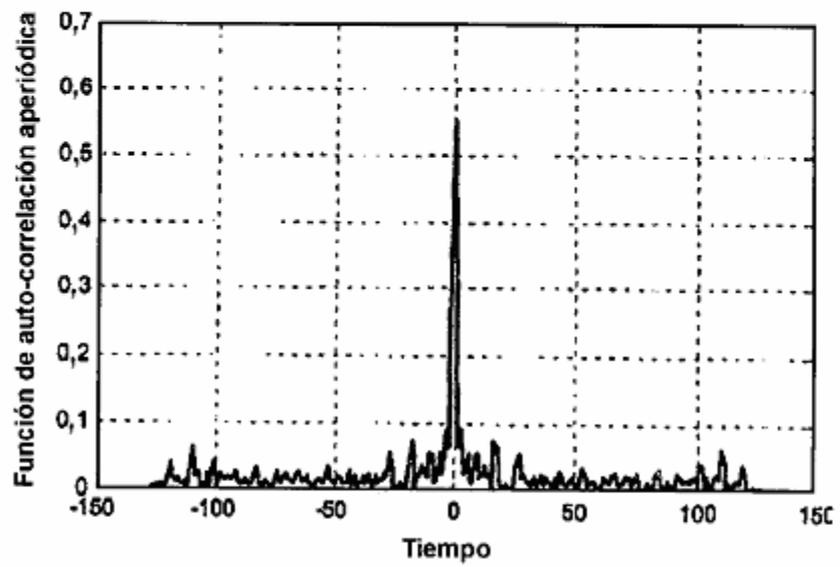


FIGURA 6

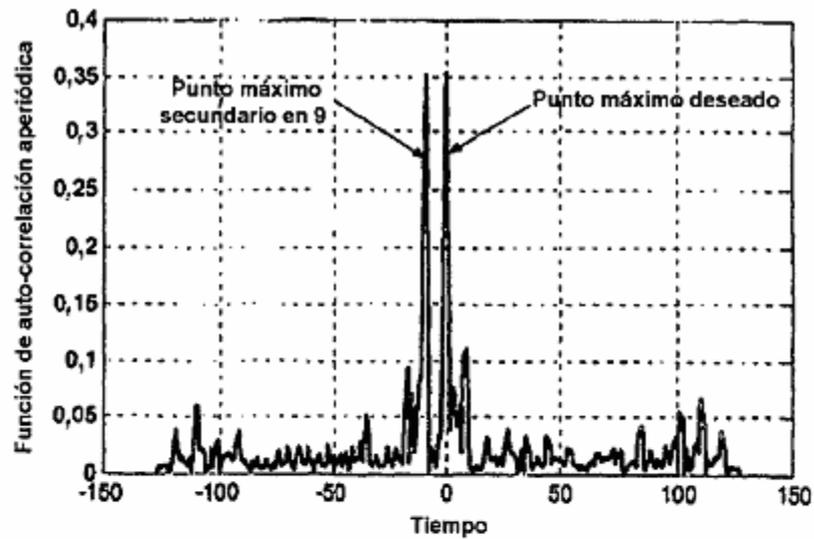


FIGURA 7

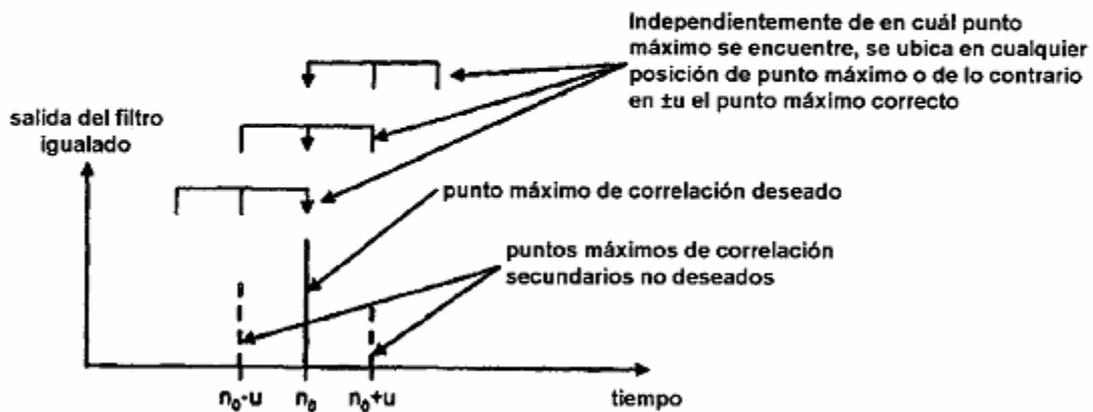


FIGURA 8



FIGURA 11

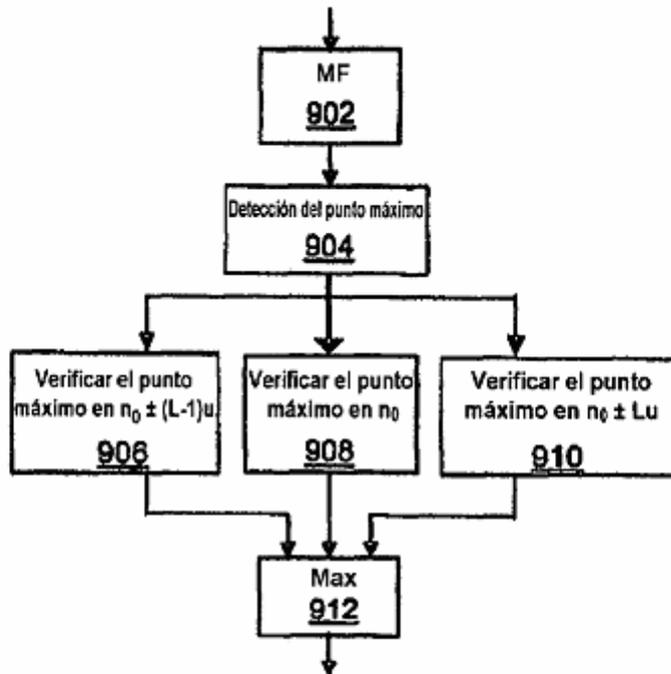


FIGURA 9

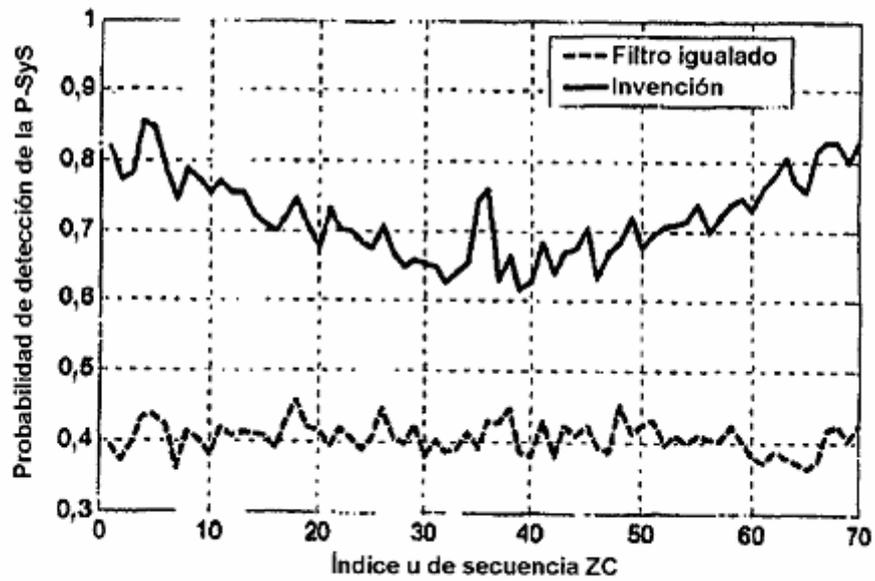


FIGURA 12

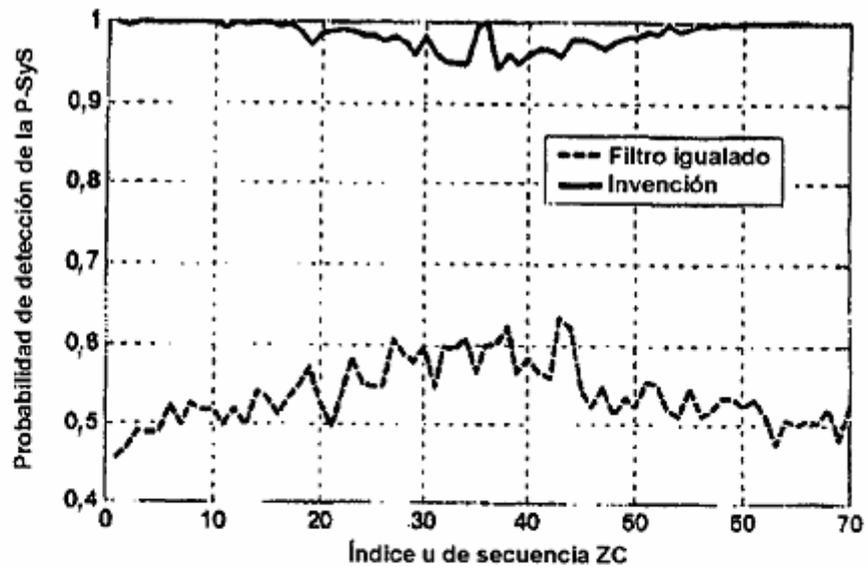
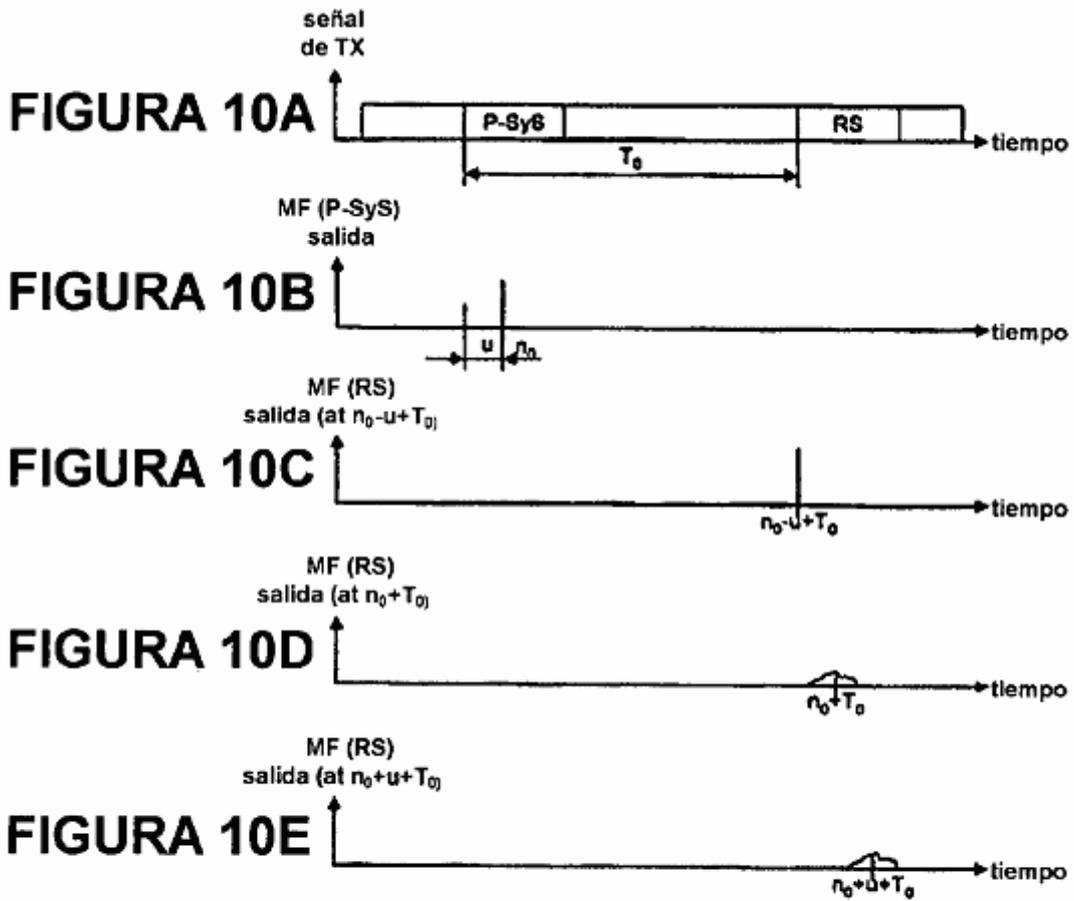


FIGURA 13

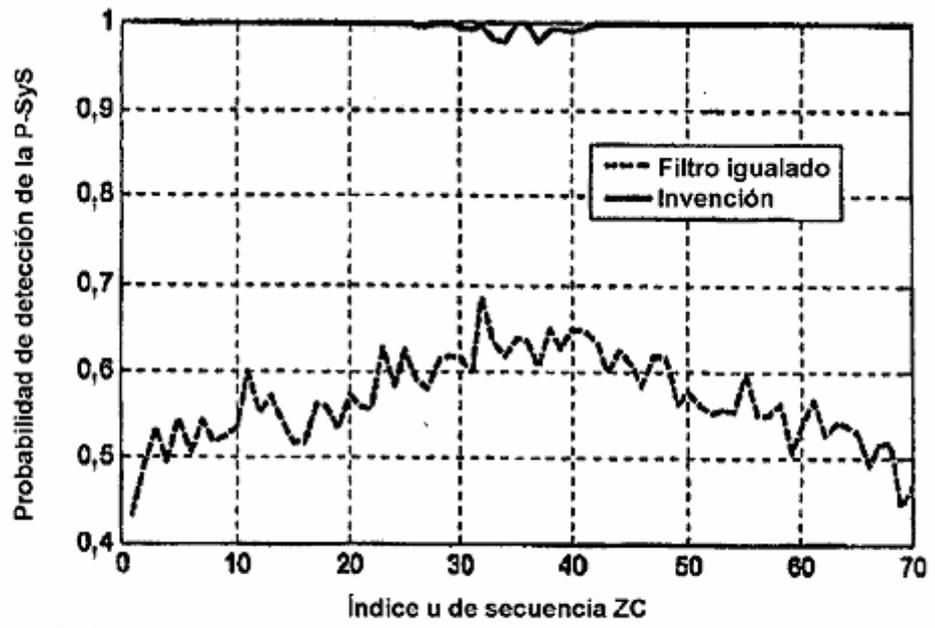


FIGURA 14