

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 384 657**

51 Int. Cl.:  
**H04B 1/707** (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07843626 .8**
- 96 Fecha de presentación: **01.10.2007**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **2087605**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.08.2009**

54 Título: **Procedimiento y aparato para procesar señales de sincronización primarias y secundarias para comunicación inalámbrica**

30 Prioridad:  
**03.10.2006 US 828055 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**10.07.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**10.07.2012**

73 Titular/es:  
**QUALCOMM INCORPORATED  
ATTN: INTERNATIONAL IP ADMINISTRATION  
5775 MOREHOUSE DRIVE  
SAN DIEGO, CA 92121, US**

72 Inventor/es:  
**MALLADI, Durga Prasad;  
KIM, Byoung-hoon y  
LUO, Tao**

74 Agente/Representante:  
**Fàbrega Sabaté, Xavier**

ES 2 384 657 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

Procedimiento y aparato para procesar se señales de sincronización primarias y secundarias para comunicación inalámbrica.

### ANTECEDENTES

#### 5 I. Campo

La presente divulgación se refiere en general a comunicación, y más específicamente a técnicas de sincronización para comunicación inalámbrica.

#### II. Antecedentes

10 Los sistemas de comunicación inalámbrica están ampliamente desplegados para proporcionar diverso contenido de comunicación tal como voz, video, paquetes de datos, mensajería, difusión, etc. Estos sistemas inalámbricos pueden ser sistemas de múltiple acceso capaces de soportar múltiples usuarios compartiendo los recursos disponibles del sistema. Ejemplos de tales sistemas de múltiple acceso incluyen sistemas de Acceso Múltiple por División de Código (CDMA), sistemas de Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA), sistemas de Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA), sistemas de FDMA ortogonal (OFDMA), y sistemas de portadora única FDMA (SC-FDMA).

15 Un sistema de comunicaciones inalámbricas puede incluir cualquier número de estaciones base que pueden soportar comunicaciones para cualquier número de equipos de usuario (UEs). Un UE (por ejemplo, un teléfono móvil) puede estar dentro de la cobertura de ninguna, una o múltiples estaciones base en un momento dado. El UE puede acabar de ser encendido o puede haber perdido cobertura y por lo tanto no saber qué estaciones base pueden ser recibidas. El UE puede llevar a cabo búsqueda de celda para detectar las estaciones base y para adquirir información de temporización y de otro tipo para las estaciones base detectadas.

20 Cada estación base puede transmitir señales de sincronización para ayudar a los UEs a llevar a cabo la búsqueda de celda. En general, una señal de sincronización puede ser cualquier señal que permita a un receptor detectar un transmisor y obtener información de temporización y/o de otro tipo. Las señales de sincronización representan sobrecarga y deberían transmitirse tan eficientemente como sea posible. Además, las señales de sincronización deberían permitir al UE llevar a cabo búsqueda de celda tan rápida y eficientemente como sea posible. Una solución para el problema de diseñar señales de sincronización que resulten en un tiempo de búsqueda reducido se proporciona en el documento titulado "SCH design considerations for WCDMA (LCR) based on E-UTRA downlink", presentada en la reunión 3GPP TSG-RAN WG1 número 43 del 7-11 de Noviembre de 2005 en Seúl, Corea por Qualcomm Europa (R1-051495) que divulga un método de comunicación que comprende las etapas de obtener una

25 secuencia de código de sincronización secundaria generada en base a una secuencia base y un símbolo de modulación de un esquema de modulación.

30

### RESUMEN

Técnicas para facilitar la búsqueda de celda por UEs en un sistema de comunicación inalámbrica se describen en este documento. En un aspecto, una secuencia primaria de código de sincronización (PSC) puede generarse en base a una secuencia Frank y una secuencia de amplitud constante que se repite múltiples veces. La secuencia Frank puede proporcionar buen rendimiento de desviación de frecuencia y de estimación de canal. La secuencia de amplitud constante puede proporcionar un buen rendimiento de correlación parcial. La secuencia de amplitud constante puede basarse en una secuencia de Golay, una secuencia-M, una secuencia de número pseudo-aleatorio (PN), etc. En un diseño, una secuencia repetida de amplitud constante de longitud  $N^2$  puede obtenerse repitiendo N veces la secuencia de amplitud constante de longitud N. La secuencia PSC de longitud  $N^2$  puede generarse en base a la secuencia Frank de longitud  $N^2$  y la secuencia repetida de amplitud constante de longitud  $N^2$ .

35

40

En otro aspecto, un conjunto de secuencias PSC puede generarse en base a secuencias complementarias que tienen buenas propiedades de correlación aperiódica e implementaciones eficientes. En un diseño, las secuencias PSC A+B y B+A pueden formarse en base a secuencias Golay complementarias A y B, en donde "+" denota concatenación. La detección de las secuencias A+B y B+A puede ser llevada a cabo eficientemente con muchas menos operaciones aritméticas que otros tipos de secuencias PSC.

45

En otro aspecto más, un conjunto de secuencias secundarias de código de sincronización (SSC) pueden generarse en base a un conjunto de secuencias base y diferentes símbolos de modulación de un esquema de modulación. Las secuencias base pueden ser secuencias CAZAC (amplitud constante autocorrelación cero), secuencias PN, secuencias complementarias, etc. Cada secuencia base puede ser modulada por cada uno de M posibles símbolos de modulación por el esquema de modulación para obtener M secuencias SSC diferentes. Un UE puede derivar una estimación de canal en base a un PSC detectado y puede llevar a cabo detección coherente con la estimación de canal para determinar un símbolo de modulación enviado en una secuencia base.

50

Varios aspectos y características de la divulgación se describen con más detalle a continuación.

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

La Figura 1 muestra un sistema de comunicación inalámbrica.

La Figura 2 muestra una transmisión de ejemplo de PSC y SSC.

5 La Figura 3 muestra un correlador de secuencia complementaria Golay (GCS).

La Figura 4 muestra un diagrama de bloques de un Nodo B y un UE.

La Figura 5 muestra un diagrama de bloques de un procesador de datos de transmisión (TX) en el Nodo B.

Las Figura 6A y 6B muestran diagramas de bloque de dos generadores de señales PSC.

La Figura 6C muestra un diagrama de bloques de un generador de señales SSC.

10 La Figura 7 muestra un diagrama de bloques de un procesador sync en el UE.

Las Figuras 8 a 19 muestran procesos y aparatos para generar señales PSC y SSC por el Nodo B y para detectar señales PSC y SSC por el UE.

**DESCRIPCIÓN DETALLADA**

15 Las técnicas descritas en este documento pueden ser utilizadas por varios sistemas de comunicación inalámbrica tal como CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA y otros sistemas. Los términos “sistema” y “red” se utilizan a menudo de forma intercambiable. Un sistema CDMA puede implementar una tecnología radio tal como Acceso Radio Universal Terrestre (UTRA), cdma2000, etc. UTRA incluye CDMA de banda ancha (W-CDMA) y Tasa Baja de Chip (LCR). cdma2000 cubre los estándares IS-2000, IS-95 e IS-856. Un sistema TDMA puede implementar una tecnología radio tal como Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM). Un sistema OFDMA puede  
 20 implementar una tecnología radio tal como UTRA Evolucionado, Banda Ancha Ultra Móvil (UMB), IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDM®, etc. UTRA, E-UTRA y GSM son parte del Sistema de Telecomunicación Universal Móvil (UMTS). Evolución a Largo Plazo (LTE) es una próxima novedad de UMTS que utiliza E-UTRA, que utiliza OFDMA en el enlace descendente y SC-FDMA en el enlace ascendente. UTRA, E-UTRA, GSM, UMTS y LTE se describen en documentos de una organización llamada “3rd Generation Partnership Project”  
 25 (3GPP). cdma2000 y UMB se describen en los documentos de una organización llamada “3rd Generation Partnership Project 2” (3GPP2). Estas varias tecnologías radio y estándares son conocidos en el estado de la técnica.

La Figura 1 muestra un sistema de comunicación inalámbrica 100 con múltiples Nodos B 110. Un Nodo B puede ser una estación fija usada para comunicarse con los UEs y puede también denominarse Nodo B evolucionado (eNB),  
 30 estación base, punto de acceso, etc. Cada Nodo B 110 proporciona cobertura de comunicación para un área geográfica determinada. El área de cobertura total de cada Nodo B 100 puede dividirse entre múltiples áreas más pequeñas (por ejemplo, tres). En 3GPP, el término “celda” puede referirse al área de cobertura más pequeña de un Nodo B y/o un subsistema Nodo B que sirve a esta área de cobertura. En otros sistemas, el término “sector” puede referirse al área de cobertura más pequeña y/o al subsistema que sirve a esta área de cobertura. Por claridad, el concepto de celda 3GPP se utiliza en la descripción a continuación.  
 35

Los UEs 120 pueden estar dispersos a lo largo del sistema. Un UE puede ser estacionario o móvil y puede ser también denominado estación móvil, terminal, terminal de acceso, unidad de suscriptor, estación, etc. Un UE puede ser un teléfono móvil, un asistente personal digital (PDA), un módem inalámbrico, un dispositivo de comunicación inalámbrica, un dispositivo manual, un ordenador portátil, un teléfono sin hilos, etc. Un UE puede comunicarse con uno o más Nodos B a través de transmisiones sobre los enlaces ascendente y descendente. El enlace descendente (o enlace directo) se refiere al enlace de comunicaciones desde los Nodos B a los UEs, y el enlace ascendente (o enlace reverso) se refiere al enlace de comunicaciones desde los UEs hasta los Nodos B. En la Figura 1, una línea sólida con dobles flechas indica la comunicación entre un Nodo B y un UE. Una línea rota con una única flecha indica un UE que recibe una señal de enlace descendente desde un Nodo B. Un UE puede llevar a cabo búsqueda de celda en base a las señales de enlace descendente transmitidas por los Nodos B.  
 40  
 45

En el sistema 100, los Nodos B 110 pueden transmitir periódicamente señales de sincronización para permitir a los UEs detectar los Nodos B y obtener información como temporización, desviación de frecuencia, ID de celda, etc. Las señales de sincronización pueden generarse y transmitirse de varias maneras. En un diseño que se describe en detalle a continuación, cada Nodo B transmite periódicamente una señal PSC y una señal SSC. La señal PSC puede generarse en base a una secuencia PSC y enviarse a través de un canal primario de sincronización (P-SCH). La señal SSC puede generarse en base a una secuencia SSC y enviarse a través de un canal secundario de  
 50

sincronización (S-SCH). PSC y SSC pueden denominarse con otros nombres tal como secuencias de sincronización primaria y secundaria.

5 La Figura 2 muestra una transmisión a título de ejemplo de las PSC y SSC según un diseño. La línea temporal de transmisión para el enlace descendente puede dividirse en unidades de periodos de radio. Cada periodo de radio puede tener una duración predeterminada, por ejemplo, 10 milisegundos (ms). En el diseño mostrado en la Figura 2, el PSC se envía cerca del inicio y del medio del periodo radio, y el SSC se envía justo antes del PSC. En general, el PSC se puede enviar a cualquier tasa, por ejemplo, cualquier número de veces en un periodo radio. El SSC también se puede enviar a cualquier tasa, que puede ser la misma o diferente de la tasa del PSC. El SSC se puede enviar cerca del PSC (por ejemplo, tanto inmediatamente antes como después del PSC) de forma que una estimación de canal derivada del PSC puede usarse para detección coherente del SSC, tal y como se describe a continuación.

10 En un diseño, todas las celdas pueden transmitir la misma secuencia PSC para permitir a los UEs detectar estas celdas. Celdas diferentes pueden transmitir diferentes secuencias SSC para permitir a los UEs identificar estas celdas y posiblemente obtener información adicional de las celdas. El número de secuencias SSC puede ser dependiente del número de identificadores de celda soportados (IDs) y/o otra información a enviar en el SSC.

15 Un UE puede llevar a cabo búsqueda de celda (por ejemplo, al encenderse) utilizando un proceso de detección de dos pasos. En un diseño, el proceso de detección de dos pasos puede incluir:

1. Etapa de detección PSC -

- a. Detectar celdas en base al PSC transmitido por las celdas,
- 20 b. Obtener temporización de símbolo y posiblemente temporización de periodo para cada celda detectada, y
- c. Estimar la desviación de frecuencia y la respuesta de canal para cada celda detectada; y

2. Etapa de detección SSC -

- a. Identificar cada celda detectada en base al SSC transmitido por la celda, y
- 25 b. Obtener temporización de periodo si no es proporcionada por la etapa de detección PSC.

El UE también puede obtener otra información (por ejemplo, información de prefijo cíclico, información de transmisión de antena, etc.) en base al PSC y al SSC.

30 La búsqueda de celda puede ser relativamente compleja y puede consumir bastante energía de batería en un dispositivo portátil. Para la etapa de detección PSC, la temporización de símbolo/periodo puede ser desconocida, de forma que el UE puede correlar una señal recibida con una secuencia PSC generada localmente en diferentes hipótesis de temporización (o desviaciones de tiempo) para detectar la secuencia PSC transmitida por una celda. Para la etapa de detección SSC, la temporización de símbolo/periodo puede ser conocida de la etapa de detección PSC, pero hay muchas hipótesis SSC (por ejemplo, IDs de celda) que probar. El UE puede correlar la señal recibida con diferentes secuencias SSC candidatas para detectar la secuencia SSC transmitida por la celda. Las secuencias PSC y SSC pueden diseñarse para reducir la complejidad de la detección de SSC y PSC por el UE.

35 Baja complejidad y alto rendimiento de detección son deseables tanto para el PSC como para el SSC. Para mejorar el rendimiento de detección SSC, el UE puede llevar a cabo detección coherente del SSC para cada celda detectada en base a una estimación de canal obtenida del PSC de esa celda. El PSC puede estar por lo tanto diseñado para tener buenas propiedades de auto-correlación, para proporcionar una buena desviación de frecuencia y capacidades de estimación de canal, y para tener baja complejidad de detección.

40 Se puede usar una secuencia CAZAC para el PSC. Algunas secuencias CAZAC de ejemplo incluyen una secuencia Frank, una secuencia Chu, una secuencia generalizada de tipo chirp (GCL), etc. Una secuencia CAZAC puede proporcionar cero auto-correlación, lo que es un valor alto para la correlación de la secuencia CAZAC consigo misma con desviación cero y valores cero para todas las demás desviaciones. La propiedad de auto-correlación cero es beneficiosa para estimar con precisión la respuesta de canal y reducir el tiempo de búsqueda de temporización. Sin embargo, las secuencias GCL y Chu tienen ambigüedad entre las desviaciones de tiempo y frecuencia, lo que significa que un error de temporización en el receptor provoca un salto en fase correspondiente en el dominio del tiempo o una desviación de frecuencia equivalente en el dominio de la frecuencia. Por lo tanto, el rendimiento de la estimación de desviación de frecuencia puede degradarse ya que no se conoce si una desviación detectada de

frecuencia en el receptor se debe a un error de frecuencia o a un error de temporización en el receptor. La secuencia Frank tiene un rendimiento degradado de correlación parcial. Correlación parcial se refiere a la correlación de la señal recibida con una parte de una secuencia en vez de la secuencia entera. La correlación parcial puede proporcionar rendimiento de detección mejorado sobre correlación completa (que es correlación a lo largo de la secuencia completa) cuando hay una gran desviación de frecuencia en el receptor. La correlación parcial puede llevarse a cabo a lo largo de una duración de tiempo adecuada, que puede determinarse en base a la desviación máxima de frecuencia esperada en el receptor. Sin embargo, el pico de auto-correlación para la secuencia Frank puede ser amplio para correlación parcial. Para un buen rendimiento, el PSC debería proporcionar una buena capacidad de estimación de canal sin problemas potenciales en la estimación de la desviación de frecuencia y sin problemas con la correlación parcial.

En un aspecto, una secuencia PSC puede generarse en base a una secuencia Frank y una secuencia de amplitud constante que se repite múltiples veces. La secuencia Frank puede proporcionar una buena desviación de frecuencia y un buen rendimiento de estimación de canal. La secuencia de amplitud constante puede proporcionar un buen rendimiento de correlación parcial.

La secuencia Frank  $f(n)$  puede expresarse como:

$$f(n) = e^{j \frac{2\pi p(n \operatorname{div} N)(n \operatorname{mod} N)}{N}}, \quad \text{para } n = 0, \dots, N^2 - 1, \quad \text{Ecuación (1)}$$

en donde  $N$  y  $p$  pueden ser cualquier valor entero positivo relativamente primos entre ellos, y  $N^2$  es la longitud de la secuencia Frank. En la ecuación (1),  $p$  es un índice de secuencia para la secuencia Frank. Se pueden generar diferentes secuencias Frank con diferentes valores de  $p$ .

La secuencia de amplitud constante puede ser cualquier secuencia que tenga una amplitud constante y buenas propiedades de auto-correlación. Por ejemplo, la secuencia de amplitud constante puede basarse en una secuencia de Golay, una secuencia de Golay complementaria, una secuencia de longitud máxima (M), una secuencia PN, etc. Las secuencias Golay y secuencias complementarias Golay de diferentes longitudes pueden generarse de manera conocida en el estado de la técnica. Una secuencia-M es una secuencia PN de longitud máxima  $2^L - 1$  y se genera en base a un polinomio primitivo, en donde  $L$  puede ser cualquier valor entero. Una secuencia de amplitud constante de longitud  $2^L$  puede obtenerse a partir de una secuencia-M de longitud  $2^L - 1$  añadiendo 0 +1 ó -1 a la secuencia-M de forma que el número de +1 es igual al número de -1. En general, la longitud de la secuencia de amplitud constante puede ser cualquier divisor entero de  $N^2$ , de forma que la longitud de la secuencia Frank es un múltiplo entero multiplicado por la longitud de la secuencia de amplitud constante.

En un diseño, una secuencia de amplitud constante de longitud  $N$  se repite  $N$  veces para obtener una secuencia de amplitud constante repetida de longitud  $N^2$ , como sigue:

$$c(n) = [c_0(n) \ c_1(n) \ \dots \ c_{N-1}(n)] , \quad \text{Ecuación (2)}$$

en donde  $c_i(n)$  es la  $i$ -ésima copia de la secuencia de amplitud constante, para  $i = 0, \dots, N-1$ , con  $c_0(n) = c_1(n) = \dots = c_i(n) = \dots = c_{N-1}(n)$ , y

$c(n)$  es la secuencia repetida de amplitud constante de longitud  $N^2$ .

La secuencia PSC puede entonces generarse como sigue:

$$p(n) = f(n) \cdot c(n) , \quad \text{para } n = 0, \dots, N^2 - 1, \quad \text{Ecuación (3)}$$

en donde  $p(n)$  es la secuencia PSC de longitud  $N^2$ .

En un diseño de ejemplo, una secuencia PSC de longitud 64 puede generarse multiplicando una secuencia Frank de longitud 64 con una secuencia repetida de amplitud constante de longitud 64. La secuencia repetida de amplitud

constante puede obtenerse repitiendo una secuencia complementaria Golay de longitud 8 {1, 1, 1, -1, 1, 1, -1, 1} ocho veces.

5 El producto de la secuencia Frank de longitud  $N_2$  y la secuencia repetida de amplitud constante de longitud  $N_2$  (por ejemplo, generada mediante  $N$  repeticiones de una secuencia de amplitud constante de longitud  $N$  con buenas propiedades de auto-correlación) puede mejorar la correlación parcial y el rendimiento de combinación de energía. La secuencia repetida de amplitud constante puede suprimir la interferencia por múltiples caminos, la cual puede contribuir al rendimiento en la correlación parcial. Después de la corrección de desviación de tiempo y frecuencia, una estimación de canal precisa (debido a la propiedad CAZAC de la secuencia Frank) puede obtenerse eliminando la secuencia PSC, como se describe a continuación.

10 En otro aspecto, un conjunto de secuencias PSC puede generarse en base a secuencias complementarias que tienen buenas propiedades de correlación aperiódica e implementaciones eficientes. Un par de secuencias complementarias A y B pueden ser expresadas como:

$$\mathbf{A} = [a_0 \ a_1 \ \dots \ a_{N-1}] , \text{ y}$$

Ecuación (4)

$$\mathbf{B} = [b_0 \ b_1 \ \dots \ b_{N-1}] ,$$

en donde  $a_n$  y  $b_n$  son el  $n$ -ésimo elemento de las secuencias complementarias A y B, respectivamente.

15 Una función aperiódica de auto-correlación  $R_A(k)$  para la secuencia A y una función aperiódica de auto-correlación  $R_B(k)$  para la secuencia B pueden expresarse como:

$$R_A(k) = \sum_{n=0}^{N-k-1} a_n \cdot a_{n+k} \quad \text{y} \quad R_B(k) = \sum_{n=0}^{N-k-1} b_n \cdot b_{n+k} , \quad k = 0, \dots, N-1 .$$

Ecuación (5)

20 Para las secuencias complementarias A y B, la suma de sus funciones de correlación aperiódica es cero para todas las posiciones excepto con retraso cero, como sigue:

$$R(k) = R_A(k) + R_B(k) = \begin{cases} 2N & \text{para } k = 0 \\ 0 & \text{para } k = 1, \dots, N-1 . \end{cases}$$

Ecuación (6)

25 Las secuencias PSC pueden generarse en base a varios tipos de secuencias complementarias tal como secuencias complementarias de Golay (GCS), secuencias jerárquicas complementarias de Golay, etc. Las secuencias complementarias de Golay tienen buenas propiedades de correlación aperiódica como se muestra en las ecuaciones (5) y (6). Además, para secuencias complementarias de Golay binarias de longitud  $N$ , un correlador GCS puede implementarse eficientemente usando solo  $2 \log_2(N)$  sumas complejas, como se describe a continuación.

30 Las secuencias complementarias de Golay de diferentes longitudes pueden generarse de diferentes maneras. Un método de construcción directo para generar pares diferentes de secuencias complementarias Golay de cualquier longitud  $N$  es descrito por Marcel J.E. Golay en una publicación llamada "Complementary Series", IRE Trans. Information Theory, IT-7:82-87, 1961.  $N$  pares diferentes de secuencias complementarias de Golay de longitud  $N$  puede obtenerse multiplicando un par de secuencias complementarias Golay de longitud  $N$  con una matriz Hadamard  $N \times N$ .

Las secuencias PSC se pueden generar en base a secuencias complementarias A y B de diversas maneras. En un diseño, un par de secuencias PSC denominadas PSC<sub>1</sub> y PSC<sub>2</sub> de longitud 2N puede generarse como sigue:

$$\mathbf{PSC}_1 = \mathbf{A} + \mathbf{B} ,y$$

Ecuación (7)

$$\mathbf{PSC}_2 = \mathbf{B} + \mathbf{A} .$$

5 En el diseño mostrado en la ecuación (7), PSC<sub>1</sub> se genera concatenando la secuencia complementaria A con la secuencia complementaria B, y PSC<sub>2</sub> se genera concatenando la secuencia complementaria B con la secuencia complementaria A. Por ejemplo, las secuencias PSC de longitud 64 pueden generarse concatenando las secuencias complementarias A y B de longitud 32.

En otro diseño, un par de secuencias PSC de longitud N se pueden generar como sigue:

$$\mathbf{PSC}_1 = \mathbf{A} ,y$$

Ecuación (8)

$$\mathbf{PSC}_2 = \mathbf{B} .$$

10 En el diseño mostrado en la ecuación (8), las secuencias PSC de longitud 64 se pueden generar en base a las secuencias complementarias A y B de longitud 64. El uso de secuencias complementarias A y B más largas para el PSC puede reducir la complejidad de detección. Las más largas secuencias complementarias de longitud 64 pueden tener también un nivel de lóbulo lateral menor que las secuencias complementarias de longitud 32 usadas para el diseño mostrado en la ecuación (7).

15 Se pueden generar otras secuencias PSC, por ejemplo, PSC<sub>1</sub> = A + A y PSC<sub>2</sub> = B + B. En cualquier caso, para las secuencias PSC generadas en base a las secuencias complementarias de Golay A y B, un correlador GCS se puede implementar eficientemente explotando las propiedades de las secuencias complementarias de Golay.

20 La Figura 3 muestra un diseño de un correlador GCS 300 que puede utilizarse para llevar a cabo correlación desplazada para secuencias complementarias de Golay A y B. El correlador GCS 300 incluye S secciones, en donde S = log<sub>2</sub>(N) y N es la longitud de las secuencias complementarias de Golay. Por ejemplo, pueden utilizarse S = 5 secciones, para la correlación de secuencias complementarias de Golay de longitud N = 32.

25 La primera sección recibe muestras de entrada r(n). Cada sección subsiguiente s, para s = 2, ..., S, recibe los resultados parciales de correlación a<sub>s-1</sub>(n) y b<sub>s-1</sub>(n) de la sección anterior y proporciona resultados parciales de correlación a<sub>s</sub>(n) y b<sub>s</sub>(n) a la sección siguiente. La última sección S proporciona resultados de correlación A(n) y B(n) para las secuencias complementarias de Golay A y B, respectivamente.

30 Cada sección incluye una unidad de retraso 322, un multiplicador 324, y sumadores 326 y 328. Para la sección s, la unidad de retraso 322, recibe a<sub>s-1</sub>(n) de la sección anterior s-1 y proporciona un retraso de D<sub>s</sub> muestras. El multiplicador 324 recibe b<sub>s-1</sub>(n) de la sección anterior s-1 y multiplica b<sub>s-1</sub>(n) con el peso W\*<sub>s</sub>. El sumador 326 suma las salidas de la unidad de retraso 322 y el multiplicador 324 y proporciona a<sub>s</sub>(n) a la siguiente sección. El sumador 328 resta la salida del multiplicador 324 de la salida de la unidad de retraso 322 y proporciona b<sub>s</sub>(n) a la siguiente sección.

35 Después de un retraso inicial de N-1 chips, la última sección S proporciona un par de resultados de correlación A(n) y B(n) para cada muestra de entrada r(n). El sumador 326 en la última sección S proporciona el resultado de correlación A(n) para la correlación de las N muestras de entrada de correlación más recientes con la secuencia complementaria de Golay A. El sumador 328 en la última sección S proporciona el resultado de correlación B(n) para la correlación de las N muestras de entrada más recientes con la secuencia complementaria de Golay B.

40 Los retrasos de D<sub>1</sub> a D<sub>S</sub> y los pesos de W<sub>1</sub> a W<sub>S</sub> para las S secciones se pueden determinar en base a las secuencias complementarias de Golay específicas A y B seleccionadas para su uso. En un diseño, los retrasos de D<sub>1</sub> a D<sub>S</sub> para las S secciones pueden ser tales que D<sub>1</sub> = N/2 para la primera sección y D<sub>S</sub> = D<sub>S-1</sub>/2 para cada sección subsiguiente. Los pesos de W<sub>1</sub> a W<sub>S</sub> para las S secciones pueden ser tales que W<sub>S</sub> ∈ {+1, -1} para secuencias

complementarias binarias de Golay. Los diferentes retrasos de  $D_1$  a  $D_S$  y/o los diferentes pesos  $W_1$  a  $W_S$  pueden usarse para diferentes pares de secuencias complementarias de Golay A y B.

5 Un sección de salida incluye las unidades de retraso 332 y 334 y los sumadores 336 y 338. Las unidades de retraso 332 y 334 retrasan respectivamente los resultados de correlación  $A(n)$  y  $B(n)$ , en N periodos de muestra. El sumador 336 suma el resultado de correlación  $A(n)$  del sumador 326 con un resultado de correlación retrasado  $B(n-N)$  de la unidad de retraso 334 y proporciona un resultado final de correlación para  $PSC_1 = A + B$ . El sumador 338 suma el resultado de correlación  $B(n)$  del sumador 328 con un resultado de correlación retrasado  $A(n-N)$  de la unidad de retraso 332 y proporciona un resultado final de correlación para  $PSC_2 = B + A$ .

10 Para el diseño mostrado en la ecuación (7), el correlador GCS 300 puede llevar a cabo la correlación de cada mitad del PSC para obtener los resultados parciales de correlación  $A(n)$  y  $B(n)$  para cada mitad del PSC. Ya que los pesos de  $W_1$  a  $W_S$  son +1 ó -1, la complejidad de la correlación viene determinada por el número de adiciones/sustracciones complejas. Para cada mitad del PSC con  $N = 32$ , el correlador GCS 300 puede llevar a cabo la correlación para ambas secuencias complementarias A y B con solo  $2 \log_2(32) = 10$  adiciones complejas. Los dos resultados parciales de correlación  $A(n)$  y  $B(n)$  pueden obtenerse para la última mitad del PSC para una hipótesis de temporización dada n. Los dos resultados parciales de correlación  $A(n-N)$  y  $B(n-N)$  pueden obtenerse para la primera mitad del PSC para la misma hipótesis de temporización en el periodo de muestras anterior  $n - N$  y almacenarse en las unidades de retraso 332 y 334. Una adición más puede ser llevada a cabo entonces por el sumador 336 para combinar los dos resultados de correlación parcial  $A(n)$  y  $B(n-N)$  para obtener el resultado de correlación final para el  $PSC_1 = A + B$ . Una adición más puede ser llevada a cabo por el sumador 338 para combinar los dos resultados de correlación parcial  $B(n)$  y  $A(n-N)$  para obtener el resultado final de correlación para el  $PSC_2 = B + A$ .

25 Para el diseño mostrado en la ecuación (7), la correlación parcial puede llevarse a cabo para cada mitad del PSC para combatir la gran desviación de frecuencia en el receptor. La complejidad de la adquisición poco precisa de la temporización puede reducirse utilizando los resultados de la correlación parcial. Para cada hipótesis de temporización, los resultados de la correlación parcial son de las secuencias  $A+0$  y  $0+B$  y pueden usarse para eliminar candidatos. Por ejemplo, si los resultados de correlación parcial están por debajo de un umbral, entonces la correlación completa de las secuencias  $A+B$  y  $B+A$  puede evitarse. Se pueden usar las mismas técnicas de detección para el diseño de  $A+A$  y  $B+B$ .

30 Los resultados de correlación parcial para cada mitad del PSC son valores complejos y pueden utilizarse para estimar la desviación de frecuencia. Se puede estimar una desviación de fase  $\theta(n)$  en base a los resultados parciales de correlación, como sigue:

$$\theta(n) = \angle [A^*(n) \cdot B(n - N)] , \quad \text{o} \quad \text{Ecuación (9a)}$$

$$\theta(n) = \angle [B^*(n) \cdot A(n - N)] , \quad \text{Ecuación (9b)}$$

en donde "\*" denota un conjugado complejo. La ecuación (9a) puede usarse si se detecta  $A+B$ , y la ecuación (9b) puede usarse si se detecta  $B+A$ .

35 Una estimación de la desviación de frecuencia puede derivarse en base a la estimación de desviación de fase, como sigue:

$$f_{\text{desviación}}(n) = \frac{\theta(n)}{T_{\text{GCS}}} , \quad \text{Ecuación (10)}$$

en donde  $T_{\text{GCS}}$  es la duración de las secuencias complementarias de Golay, en unidades de segundos.

40 La complejidad de detección de las secuencias PSC  $A+B$  y  $B+A$  es esencialmente la misma. Se puede transportar un bit de información transmitiendo tanto  $A+B$  o  $B+A$ . Por ejemplo,  $A+B$  puede transmitirse para transportar un valor de bit de '1', y  $B+A$  se puede transmitir para transportar un valor de bit de '0'. El bit de información puede indicar una

o dos longitudes posibles de prefijo cíclico o puede transportar otra información. Con dos adiciones más, pueden probarse ambas hipótesis A+B y B+A, y el bit de información se puede recuperar de la hipótesis ganadora. Si se transmite el PSC múltiples veces en un periodo de radio, se puede transportar entonces más de un bit de información transmitiendo diferentes combinaciones de secuencias PSC en un periodo de radio.

- 5 Para el diseño de las secuencias PSC A y B mostradas en la ecuación (8), se puede transportar un bit de información transmitiendo tanto A como B. Por ejemplo, el PSC se puede transmitir dos veces en un periodo de radio, A seguido de B puede transmitirse para transportar un valor de bit '1', y B seguido de A para transportar un valor de bit '0'. También se puede insertar un bit de información para el diseño con  $PSC = C+A$  y transmitirse el PSC una o dos veces en un periodo.
- 10 Se puede mostrar que se pueden generar  $N \log_2(N)!$  pares diferentes de secuencias complementarias de Golay de longitud N para un N dado. Si se usa un par de secuencias complementarias de Golay para todas las celdas, entonces este par GCS puede seleccionarse para tener (i) bajo nivel de lóbulo lateral en auto-correlaciones periódicas, o un bajo  $R_A(k)$  y  $R_B(k)$  para  $k = 1, \dots, N-1$ , (ii) baja auto-correlación entre las dos secuencias complementarias de Golay, y (iii) baja variación en la respuesta de frecuencia para proporcionar un buen rendimiento de la estimación de canal.
- 15

Se pueden usar múltiples pares de secuencias complementarias de Golay para generar más secuencias PSC. Por ejemplo, pueden usarse dos pares de secuencias complementarias de Golay  $(A_1, B_1)$  y  $(A_2, B_2)$  para generar cuatro secuencias PSC de PSC<sub>1</sub> a PSC<sub>4</sub>, como sigue:

$$PSC_1 = A_1 + B_1 , \quad \text{Ecuación (11)}$$

$$PSC_2 = A_2 + B_2 ,$$

20  $PSC_3 = B_1 + A_1 , \text{ y}$

$$PSC_4 = B_2 + A_2 .$$

25 Con cuatro secuencias PSC, las celdas del sistema se pueden dividir en cuatro grupos del 1 al 4, en donde cada celda pertenece a solo un grupo. Los grupos del uno al 4 pueden asociarse, respectivamente, con los PSC<sub>1</sub> al PSC<sub>4</sub>. Las celdas en cada grupo pueden usar la secuencia PSC para ese grupo. Se puede reducir la complejidad de detección reutilizando los resultados de correlación parcial para derivar los resultados finales de correlación para diferentes PSCs. Por ejemplo, el resultado de correlación parcial  $A_1(n)$  para la secuencia complementaria de Golay  $A_1$  para la segunda mitad de PSC<sub>1</sub> puede ser reutilizada como resultado parcial de correlación  $A_1(n-N)$  para la secuencia complementaria de Golay  $A_1$  para la primera mitad de PSC<sub>3</sub>.

30 En general, las celdas se pueden dividir en cualquier número de grupos, y se puede generar un número suficiente de secuencias PSC para estos grupos. Dividir las celdas en múltiples grupos puede permitir a un UE derivar una estimación de canal más precisa ya que una estimación de canal derivada para un PSC dado tendría interferencia solo de las celdas que usan ese PSC (en vez de todas las celdas si solo es utilizado un PSC por todas las celdas).

35 Las secuencias PSC generadas basadas en secuencias complementarias de Golay pueden tener una complejidad de detección mucho menor que las secuencias PSC basadas en secuencias PN o en secuencias complejas. Para cada hipótesis de temporización, se puede llevar a cabo una correlación completa para una secuencia PSC de 64 bits con (i) 12 adiciones complejas para secuencias complementarias de Golay (ii) 63 adiciones complejas para una secuencia PN, o (iii) 64 multiplicaciones complejas y 63 multiplicaciones complejas para una secuencia compleja.

Para todas las secuencias PSC descritas con anterioridad, se pueden transmitir múltiples secuencias PSC en un periodo de radio y pueden estar dispuestas de forma no uniforme en el periodo de radio. Por ejemplo, se puede

transmitir una secuencia PSC en o cerca del principio de un periodo de radio de 10 ms, y se puede transmitir otra secuencia PSC aproximadamente 4.5 ms después del comienzo del periodo de radio. En este caso, el UE puede llevar a cabo una búsqueda paralela de patrones y puede buscar todas las posibles combinaciones de patrones espaciados no uniformemente y escoger al mejor candidato para cada hipótesis.

- 5 El SSC se puede utilizar para transportar el ID de celda y/o otra información. Se puede definir un conjunto grande de secuencias SSC, y se le pueden asignar a las celdas vecinas diferentes secuencias SSC que se pueden utilizar para distinguir entre estas celdas. Por ejemplo, se puede utilizar un conjunto grande de secuencias ortogonales o pseudo-ortogonales para las secuencias SSC. Estas secuencias ortogonales o pseudo-ortogonales se pueden generar en base a la secuencia Chu o GCL con diferentes índices de secuencia, secuencias PN en el dominio de la frecuencia, etc. Se pueden utilizar también diferentes desplazamientos de tiempo para generar muchas secuencias pseudo-ortogonales. El conjunto de secuencias ortogonales o pseudo-ortogonales debería seleccionarse en base a la propiedad y la complejidad de correlación. En cualquier caso, independientemente del tipo particular de secuencias ortogonales o pseudo-ortogonales seleccionadas para su uso, la complejidad de detección puede ser mayor para un tamaño de conjunto mayor ya que la complejidad es proporcional al número de secuencias en el conjunto. Se puede reducir la complejidad de detección utilizando un tamaño de conjunto pequeño, pero esto puede no proporcionar un número suficiente de IDs de celda.

- En otro aspecto más, se pueden usar las secuencias moduladas en fase para obtener un tamaño de conjunto mayor y/o para reducir la complejidad de detección para el SSC. Se puede generar un conjunto de secuencias base basadas en una secuencia CAZAC con diferentes índices de secuencia, diferentes secuencias PN, diferentes secuencias complementarias, etc. La secuencia CAZAC puede ser la secuencia Chu, la secuencia Frank, la secuencia GCL, etc. Cada secuencia base puede modularse con diferentes símbolos de modulación posibles de un esquema de modulación seleccionado para obtener diferentes secuencias SSC posibles. Si se utiliza Modulación Binaria por Desplazamiento de Fase (BPSK), entonces se puede modular cada secuencia base con dos posibles símbolos BPSK (por ejemplo +1 y -1) para obtener dos secuencias SSC. Si se utiliza la Modulación en Cuadratura por Desplazamiento de Fase (QPSK), entonces se puede modular cada secuencia base con cuatro símbolos QPSK (por ejemplo,  $1+j$ ,  $-1+j$ ,  $1-j$ ,  $-1-j$ ) para obtener cuatro secuencias SSC. El número de secuencias puede por lo tanto incrementarse en M, en donde M es el número de símbolos de modulación para el esquema de modulación seleccionado.

- Para la etapa de detección SSC, el SSC puede correlar primero la señal recibida con diferentes posibles secuencias base. La complejidad de detección se puede entonces reducir en  $1/M$  ya que el número de secuencias base es  $1/M$  veces el número de secuencias SSC. Alternativamente, se puede soportar un número mayor de secuencias SSC para una complejidad de detección dada. En cualquier caso, después de detectar una secuencia base particular de la correlación con diferentes secuencias base posibles, se puede llevar a cabo una detección coherente para la secuencia base detectada con la estimación de canal derivada del PSC para determinar cuál de las M secuencias SSC posibles fue transmitida. Esta detección coherente o identificación modulada de fase se puede llevar a cabo con mínimas operaciones adicionales.

- Un conjunto de secuencias SSC moduladas en fase Q puede tener un rendimiento similar a un conjunto de secuencias ortogonales o pseudo-ortogonales Q. Sin embargo, se puede reducir la complejidad de detección en  $1/M$  (por ejemplo,  $1/4$  para QPSK ó  $1/2$  para BSPK) o se pueden resolver M veces más hipótesis. Un orden de modulación mayor (por ejemplo, 8-PSK, 16-QAM, etc.) se puede utilizar para reducir aún más la complejidad de detección o para incrementar más el número de secuencias SSC.

La Figura 4 muestra un diagrama de bloques de un diseño de un Nodo B 110 y un UE 12B, que son uno de los Nodos B y uno de los UEs de la Figura 1. En este diseño, el Nodo B 110 está equipado con T antenas 424a a 424t. Y el UE 120 está equipado con R antenas 452a y 452r, en donde en general  $T \geq 1$  y  $R \geq 1$ .

- 45 En el Nodo B 110, un procesador de datos de transmisión (TX) 414 puede recibir datos de tráfico para uno o más UEs de una fuente de datos 412. El procesador de datos TX 414 puede procesar (por ejemplo, formatear, codificar e intercalar) los datos de tráfico para cada UE en base a uno o más esquemas de codificación seleccionados para ese UE para obtener datos codificados. El procesador de datos TX 414 puede entonces modular (o mapear los símbolos) los datos codificados para cada UE en base a uno o más esquemas de modulación (por ejemplo, BPSK, QPSK, PSK o QAQM) seleccionados para ese UE para obtener símbolos de modulación.

- Un procesador MIMO TX 420 puede multiplexar los símbolos de modulación para todos los UE con símbolos piloto utilizando cualquier esquema de multiplexación. El piloto es típicamente datos conocidos que se procesa de una forma conocida y puede ser utilizado por un receptor para estimación de canal y otros fines. El procesador TX MIMO 420 puede procesar (por ejemplo, pre codificar) los símbolos de modulación multiplexados y los símbolos piloto y proporciona T flujos de símbolos de salida a los T transmisores (TMTR) 422a hasta 422t. En ciertos diseños el procesador MIMO TX 420 puede aplicar pesos de configuración de haz a los símbolos de modulación para dirigir espacialmente estos símbolos. Cada transmisor 422 puede procesar un flujo respectivo de símbolos de salida, por ejemplo, Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales (OFDM), para obtener un flujo de chips de salida.

Cada transmisor 422 puede procesar adicionalmente (por ejemplo, convertir a analógico, amplificar, filtrar y convertir de forma ascendente) el flujo de chips de salida para obtener una señal de enlace descendente. T señales de enlace descendente de los transmisores 442a hasta 422t pueden transmitirse a través de T antenas 424a hasta 424t, respectivamente.

5 En el UE 120, las antenas 452a hasta 452r pueden recibir las señales de enlace descendente del Nodo B 110 y proporcionar señales recibidas a los receptores (RCVR) 454a hasta 454t, respectivamente. Cada receptor 454 puede condicionar (por ejemplo, filtrar, amplificar, convertir en sentido descendente y digitalizar) la señal recibida respectiva para obtener muestras de entrada y puede procesar adicionalmente las muestras de entrada (por ejemplo, para OFDM) para obtener símbolos recibidos. Un detector MIMO 460 puede recibir y procesar los símbolos recibidos de todos los R receptores 454a hasta 454r en base a una técnica de procesado de un receptor MIMO para obtener símbolos detectados, que son estimaciones de los símbolos de modulación transmitidos por el Nodo B 110. Un procesador de datos de recepción (RX) 462 puede entonces procesar (por ejemplo, demodular, deintercalar y decodificar) los símbolos detectados y proporcionar datos decodificados para el UE 120 a un sumidero de datos 464. En general, el procesado por el detector MIMO 460 y el procesador de datos RX 462 es complementario al procesado por el procesador MIMO TX 420 y el procesador de datos TX 414 en el Nodo B 110.

En el enlace ascendente, en el UE 120, datos de tráfico de una fuente de datos 476 y señalización pueden ser procesados por un procesador de datos TX 478, ser procesados adicionalmente por un modulador 480, ser condicionados por los transmisores 454a hasta 454r y ser transmitidos al Nodo B 110. En el Nodo B 110, las señales de enlace ascendente del UE 120 pueden ser recibidas por las antenas 424, ser condicionadas por los receptores 422, ser demoduladas por un demodulador 440 y ser procesadas por un procesador de datos RX 442 para obtener los datos de tráfico y señalización transmitidos por el UE 120.

Los controladores/procesadores 430 y 470 pueden dirigir la operación en el Nodo B 110 y el UE 120 respectivamente. Las memorias 432 y 472 pueden almacenar datos y códigos de programa para el Nodo B 110 y el UE 120 respectivamente. Un procesador de sincronización (Sync) 474 puede llevar a cabo búsqueda de celda en base a las muestras de entrada y proporcionar Nodos B detectados y su temporización. Un planificador 434 puede planificar UEs para transmisiones de enlace ascendente y/o descendente y puede proporcionar asignaciones de recursos para los UEs planificados.

La Figura 5 muestra un diagrama de bloques de un diseño de un procesador de datos TX 414 en el Nodo B 110. Dentro del procesador de datos TX 414, un generador 510 genera una señal PSC en base a una de las técnicas descritas en este documento. Un generador 520 genera una señal SSC como se describe a continuación. Un procesador de datos 530 procesa datos de tráfico y proporciona símbolos de modulación para datos. Un combinador de señalización 540 procesa la señalización y proporciona símbolos de modulación para la los datos. Un combinador 550 recibe y combina las salidas de los generadores 510 y 520 y los procesadores 530 y 540 utilizando Multiplexación por División en Código (CDM), Multiplexación por División en Tiempo (TDM), Multiplexación por División en Frecuencia (FDM), OFDM, y/u otro esquema de multiplexación. Por ejemplo, las señales PSC y SSC pueden enviarse cada una en un conjunto designado de subportadoras en un periodo de símbolo designado.

La Figura 6A muestra un diagrama de bloques de un generador de señales PSC 510a, que es un diseño del generador de señales PSC 510 en la Figura 5. Dentro del generador de señales PSC 510a, un generador 610 genera una secuencia de Frank de longitud  $N_2$ , por ejemplo, como se muestra en la ecuación (1). Un generador 612 genera una secuencia de amplitud constante, que puede ser un segmento Golay, una secuencia PN, etc. Una unidad de repetición 614 repite la secuencia de amplitud constante múltiples veces y proporciona una secuencia repetida de amplitud constante de longitud  $N_2$ . Un multiplicador 616 multiplica la secuencia de Frank con la secuencia repetida de amplitud constante, elemento a elemento, y proporciona una secuencia PSC.

Un generador de señales 618 genera una señal PSC en base a una secuencia PSC. En un diseño, para procesado en el dominio del tiempo, el generador 618 puede interpolar la secuencia PSC de longitud  $N^2$  para obtener una señal PSC en el dominio del tiempo de longitud K, que puede enviarse en K periodos de chip. En un diseño, para procesado en el dominio de la frecuencia, el generador 618 puede mapear las  $N^2$  muestras de la secuencia PSC a  $N^2$  subportadoras consecutivas (o uniformemente espaciadas), mapear los valores cero a las portadoras restantes, y calcular una transformada inversa discreta de Fourier (IDFT) en los valores mapeados para obtener una señal PSC en el dominio del tiempo de longitud K. Tanto para el procesado en el dominio del tiempo como en el dominio de la frecuencia, el generador de señales 618 puede adjuntar un prefijo cíclico de longitud L, en donde L puede seleccionarse en base a la difusión esperada del retraso en el sistema. L puede ser un valor fijo o configurable. El generador de señales 618 puede también generar la señal PSC de otras maneras.

La Figura 6B muestra un diagrama de un generador de señales PSC 510b, que es otro diseño del generador de señales PSC 510 de la Figura 5. Dentro del generador de señales PSC 510b, un generador 620 genera secuencias complementarias de Golay A y B de longitud N. Una unidad 622 puede concatenar las secuencias A y b como A+B, B+A, A+A ó B+B. Alternativamente, la unidad 622 puede simplemente proporcionar una de las secuencias

complementarias A y B. Un generador de señales 625 genera una señal PSC basada en la secuencia PSC, como se describió anteriormente por la Figura 6A.

5 La Figura 6C muestra un diagrama de bloques de un diseño de un generador de señales SSC 520 en la Figura 5. Se puede proporcionar un ID de celda y/o otra información a un generador 630 y a un selector 632. El generador 630 puede seleccionar o generar una secuencia base en base a la información recibida. La secuencia base puede ser una secuencia CAZAC, una secuencia PN, una secuencia Golay, etcétera, y puede seleccionarse de un conjunto de secuencias base disponibles para su uso. Un multiplicador 634 multiplica cada elemento de la secuencia base con el valor complejo para el símbolo de modulación seleccionado y proporciona una secuencia PSC. Un generador de señales 636 genera una señal SSC basada en la secuencia SSC, por ejemplo, utilizando procesado en el dominio del tiempo o en el dominio de la frecuencia descrito anteriormente para la Figura 6A.

10 La Figura 7 muestra un diagrama de bloques de un diseño de un procesador sync 474 en el UE 120 de la Figura 4. El procesador sync 474 incluye un detector PSC 710 y un detector SSC 730. El detector PSC 710 puede detectar para cada una de las posibles secuencias PSC en cada hipótesis de temporización, por ejemplo, cada periodo de muestra. Por claridad, la detección PSC para una secuencia PSC para una hipótesis de temporización (por ejemplo, el actual periodo de muestras  $n$ ) se describe más adelante. Una memoria temporal de muestras 708 recibe y almacena las muestras de entrada y proporciona muestras de entrada apropiadas al detector PSC 710 y al detector SSC 730.

15 Dentro del detector PSC 710, un correlador parcial PSC 712 lleva a cabo correlación parcial en las muestras de entrada con los segmentos de la secuencia PSC y proporciona resultados de correlación parcial para los segmentos PSC para la hipótesis de temporización siendo evaluada. Para una secuencia PSC evaluada en base a una secuencia Frank y la secuencia repetida de amplitud constante, el resultado de correlación parcial para un segmento PSC de longitud  $N$  puede obtenerse (i) multiplicando  $N$  muestras de entrada con  $N$  elementos del segmento PSC y (ii) acumulando coherentemente los  $N$  resultados de multiplicación. Acumulación coherente se refiere a la acumulación de valores complejos mientras que acumulación no coherente se refiere a la acumulación de magnitud o potencia. La correlación parcial puede ser llevada a cabo sobre segmentos PSC de otras longitudes que son múltiplos enteros de  $N$ , por ejemplo,  $N_2/2$ . Para una secuencia PSC generada en base a secuencias complementarias de Golay, el correlador parcial PSC 712 puede implementarse con el correlador GCS 300 de la Figura 3 y puede proporcionar resultados de correlación para las dos mitades de la secuencia PSC para la hipótesis de temporización siendo evaluada. Un acumulador 714 acumula de forma no coherente los resultados de correlación parcial para todos los segmentos PSC y proporciona un resultado final de correlación para la hipótesis de temporización. Un detector de picos 716 determina si se ha detectado o no una secuencia PSC para la hipótesis de temporización, por ejemplo, comparando el resultado final de correlación con un umbral. Si se detecta un PSC, el detector 716 proporciona una indicación de un PSC detectado y su temporización de símbolo.

20 Si se detecta un PSC, entonces una unidad 718 puede estimar la desviación de frecuencia en base a los resultados de correlación parcial de la unidad 712, por ejemplo, como se muestra en las ecuaciones (9) y (10). Una unidad 722 recibe las muestras de entrada del PSC detectado y elimina la desviación estimada de frecuencia de estas muestras. Una unidad DFT 724 transforma las muestras corregidas en frecuencia de la unidad 722 y proporciona símbolos en el dominio de la frecuencia. Un estimador de canal 726 elimina la secuencia PSC detectada de los símbolos en el dominio de la frecuencia y proporciona ganancias de canal para diferentes subportadoras.

25 El detector SSC 730 detecta el SSC cada vez que se detecta un PSC. Dentro del detector 730, las unidades 732 y 734 procesan las muestras de entrada para un SSC potencial de la misma manera que las unidades 722 y 724 respectivamente. Un detector coherente 736 lleva a cabo detección de los símbolos en el dominio de la frecuencia de la unidad 734 con las ganancias de canal de la unidad 726 y proporciona símbolos detectados. Un correlador de secuencias base 738 correla los símbolos detectados con cada una de las secuencias base candidatas (después de DFT) y proporciona un resultado de correlación para cada secuencia base. Un detector de secuencias base 740 recibe los resultados de correlación para todas las secuencias base candidatas y determina si se ha detectado o no cualquier secuencia base. Si se ha detectado una secuencia base, entonces la unidad 742 determina qué símbolo de modulación fue enviado en la secuencia base. Una unidad 744 determina entonces qué secuencia SSC se recibió en base a la secuencia base detectada y el símbolo de modulación detectado y proporciona la ID de celda correspondiente a esa secuencia SSC. La unidad 744 puede proporcionar también temporización de periodo detectada.

30 La Figura 7 muestra diseños específicos del detector PSC 710 y del detector SSC 730. La detección PSC y la detección SSC pueden también llevarse a cabo de otras maneras. Por ejemplo, para detección SSC, la unidad 738 puede correlar los símbolos detectados con cada una de las posibles secuencias base moduladas en fase, y se puede omitir la unidad 742. Se pueden llevar a cabo la estimación de canal y la detección coherente en el dominio de la frecuencia (como se muestra en la Figura 7) o en el dominio del tiempo.

35 La Figura 8 muestra un diseño de un proceso 800 para generar una señal PSC. El proceso 800 puede ser llevado a cabo por un Nodo B o algún otro transmisor. El Nodo B puede obtener una secuencia base generada en base a una

5 secuencia Frank y una secuencia repetida de amplitud constante obtenida repitiendo una secuencia de amplitud constante múltiples veces (bloque 812). La secuencia de amplitud constante puede estar basada en una secuencia de Golay, una secuencia M, una secuencia PN, etcétera. En un diseño, la secuencia repetida de amplitud constante de longitud  $N^2$  puede obtenerse repitiendo N veces la secuencia de amplitud constante de longitud N. La secuencia PSC de longitud  $N^2$  puede generarse en base a la secuencia Frank de longitud  $N^2$  y la secuencia repetida de amplitud constante de longitud  $N^2$ .

10 El Nodo B puede generar una señal PSC en base a la secuencia PSC (bloque 814). La señal PSC puede generarse interpolando la secuencia PSC y adjuntando un prefijo cíclico. De forma alternativa, la señal PSC puede generarse mapeando elementos de la secuencia PSC a un conjunto de subportadoras, mapeando los valores cero a las subportadoras restantes, transformando los elementos mapeados y los valores cero para obtener una secuencia de muestras en el dominio del tiempo, y adjuntando un prefijo cíclico a una secuencia de muestras en el dominio del tiempo.

15 La Figura 9 muestra un diseño de un aparato 900 para generar una señal PSC. El aparato 900 incluye medios para obtener una secuencia PSC generada en base a una secuencia Frank y una secuencia repetida de amplitud constante obtenida repitiendo una secuencia de amplitud constante múltiples veces (módulo 912), y medios para generar una señal PSC en base a la secuencia PSC (módulo 914).

20 La Figura 10 muestra un diseño de un proceso 1000 para detectar una señal PSC. El proceso 1000 puede ser llevado a cabo por un UE o algún otro receptor. El UE puede obtener una secuencia PSC generada en base a una secuencia Frank y una secuencia repetida de amplitud constante obtenida repitiendo una secuencia de amplitud constante múltiples veces (bloque 1012). El UE puede correlar una señal recibida con la secuencia PSC para detectar las celdas (bloque 1014). Para el bloque 1014, el UE puede llevar a cabo correlación parcial de la señal recibida con múltiples segmentos de la secuencia PSC, en donde cada segmento cubre al menos una repetición de la secuencia de amplitud constante. El UE puede acumular de forma no coherente resultados parciales de correlación para los múltiples segmentos de la secuencia PSC para obtener un resultado completo de correlación. El UE puede entonces detectar la secuencia PSC en la señal recibida en base al resultado completo de correlación.

25 El UE puede obtener primer y segundo resultados de correlación parcial para las primera y segundas partes (por ejemplo, mitades) de la secuencia PSC y puede estimar la desviación de frecuencia en base a estos resultados de correlación parcial. El UE puede derivar una estimación de canal en base a la señal recibida y la secuencia PSC (bloque 1016). El UE puede detectar una secuencia SSC en la señal recibida en base a la estimación de canal (módulo 1018).

30 La Figura 11 muestra un diseño de un aparato 1100 para detectar una señal PSC. El aparato 1100 incluye medios para obtener una secuencia PSC generada en base a una secuencia Frank y a una secuencia repetida de amplitud constante repitiendo una secuencia de amplitud constante múltiples veces (módulo 1112), medios para correlar una señal recibida con la secuencia PSC para detectar celdas (módulo 1114), medios para derivar una estimación de canal en base a la señal recibida y la secuencia PSC (módulo 1116), y medios para detectar una secuencia SSC en la señal recibida en base a la estimación de canal (módulo 1118).

35 La Figura 12 muestra un diseño de un proceso 1200 para generar una señal PSC. El proceso 1200 puede ser llevado a cabo por un Nodo B o algún otro transmisor. El Nodo B puede obtener una secuencia PSC de entre múltiples secuencias PSC generadas en base a al menos un par de secuencias complementarias, por ejemplo, secuencias complementarias de Golay (bloque 1212). El al menos un par de secuencias complementarias puede comprender las secuencias complementarias A y B, y las múltiples secuencias PSC pueden comprender una primera secuencia PSC A+B y una segunda secuencia PSC B+A.

40 El Nodo B puede generar una señal PSC en base a la secuencia PSC (bloque 1214). El Nodo B puede generar una secuencia de muestras en el dominio del tiempo tanto en el dominio del tiempo como en el dominio de la frecuencia en base a la secuencia PSC. El Nodo B puede entonces generar la señal PSC adjuntando un prefijo cíclico a la secuencia de muestras en el dominio del tiempo.

45 La Figura 13 muestra un diseño de un aparato 1300 para generar una señal PSC. El aparato 1300 incluye medios para obtener una secuencia PSC de entre múltiples secuencias PSC generadas en base a al menos un par de secuencias complementarias (bloque 1312), y medios para generar una señal PSC en base a la secuencia PSC (módulo 1314)

50 La Figura 14 muestra un diseño de un proceso 1400 para detectar una señal PSC. El proceso 1400 puede ser llevado a cabo por un UE o algún otro receptor. El UE puede obtener una secuencia PSC de entre múltiples secuencias PSC generadas en base a al menos un par de secuencias complementarias (bloque 1412). El UE puede correlar una señal recibida con la secuencia PSC para detectar celdas (bloque 1414). El al menos un par de secuencias complementarias puede comprender las secuencias complementarias A y B, y las múltiples secuencias PSC pueden comprender una primera secuencia A+B y una segunda secuencia B+A. El UE puede obtener primer y segundo resultados de correlación para la correlación de una primera parte de la señal recibida con las secuencias

complementarias A y B respectivamente. La UE puede detectar la primera y segunda secuencias PSC en la señal recibida en base a los primer, segundo, tercer y cuartos resultados de correlación.

5 El UE puede derivar una estimación de la desviación de frecuencia en base a los primer y cuarto resultados de correlación o en base a los segundo y tercer resultados de correlación. El UE puede derivar una estimación de canal en base a la señal recibida y la secuencia PSC (bloque 1416). El UE puede entonces detectar una secuencia SSC en la señal recibida en base a la estimación de canal (bloque 1418).

10 La Figura 15 muestra un diseño de un aparato 1500 para detectar una señal PSC. El aparato 1500 incluye medios para obtener una secuencia PSC de entre múltiples secuencias PSC generadas en base a al menos un par de secuencias complementarias (bloque 1512), medios para correlar una señal recibida con la secuencia PSC para detectar celdas (módulo 1514), medios para derivar una estimación de canal en base a la señal recibida y la secuencia PSC (módulo 1516) y medios para detectar una secuencia SSC en la señal recibida en base a la estimación de canal (módulo 1518).

15 La Figura 16 muestra un diseño de un proceso 1600 para generar señales PSC y SSC. El proceso 1600 puede ser llevado a cabo por un Nodo B o algún otro transmisor. El Nodo B puede generar una señal PSC en base a una secuencia PSC (bloque 1612). El Nodo B puede obtener una secuencia SSC en base a una secuencia base y un símbolo de modulación de un esquema de modulación (bloque 1614). La secuencia SSC puede generarse multiplicando cada elemento de la secuencia base con un valor complejo para el símbolo de modulación. La secuencia base y el símbolo de modulación pueden seleccionarse en base a una ID de celda y/o otra información.

20 El Nodo B puede generar una señal SSC en base a la secuencia SSC, por ejemplo, en el dominio del tiempo o el dominio de la frecuencia como se describió anteriormente (bloque 1616). El Nodo B puede transmitir la señal SSC junto a la señal PSC (bloque 1618).

25 La Figura 17 muestra un diseño de un aparato 1700 para generar señales PSC y SSC. El aparato 1700 incluye medios para generar una señal PSC en base a una secuencia PSC (módulo 1712), medios para obtener una secuencia SSC generada en base a una secuencia base y un símbolo de modulación de un esquema de modulación (módulo 1714), medios para generar una secuencia SSC en base a una secuencia SSC (módulo 1716) y medios para transmitir la señal SSC junto con la señal PSC (módulo 1718).

30 La Figura 18 muestra un proceso 1800 para detectar señales PSC y SSC. El proceso 1800 puede ser llevado a cabo por un UE o algún otro receptor. El UE puede detectar una secuencia PSC transmitida por una celda (bloque 1812). El UE puede correlar una señal recibida con un conjunto de secuencias base para detectar una secuencia base transmitida por la celda (bloque 1814). El UE puede detectar un símbolo de modulación transmitido en la secuencia base detectada (bloque 1816). El UE puede entonces detectar una secuencia SSC transmitida por la celda en base a la secuencia base detectada y el símbolo de modulación detectado (bloque 1818).

35 El UE puede derivar una estimación de canal en base a la secuencia PSC detectada y puede detectar el símbolo de modulación en base a la estimación de canal. En un diseño de los bloques 1814 y 1816, el UE puede derivar ganancias de canal para múltiples subportadoras en base a la secuencia PSC detectada, estimar la desviación de frecuencia en base a la secuencia PSC detectada, eliminar la desviación estimada de las muestras de entrada para obtener muestras corregidas en frecuencia, transformar las muestras corregidas en frecuencia para obtener símbolos en el dominio de la frecuencia, llevar a cabo detección coherente de los símbolos en el dominio de la frecuencia con las ganancias de canal para obtener símbolos detectados y detectar la secuencia base y los símbolos de modulación en base a los símbolos detectados, como se describió con anterioridad para la Figura 7. El UE puede determinar una UE de celda y/o otra información en base a la secuencia base detectada y el símbolo de modulación detectado (bloque 1820).

45 La Figura 19 muestra un diseño de un aparato 1900 para detectar señales PSC y SSC. El aparato 1900 incluye medios para detectar una secuencia PSC transmitida por una celda (módulo 1912), medios para correlar una señal recibida con un conjunto de secuencias base para detectar una secuencia base transmitida por la celda (módulo 1914), medios para detectar un símbolo de modulación transmitido en la secuencia base detectada (módulo 1916), medios para detectar una secuencia SSC transmitida por la celda en base a la secuencia base detectada y el símbolo de modulación detectado (módulo 1918) y medios para determinar una ID de celda y/o otra información en base a la secuencia base detectada y el símbolo de modulación detectado (módulo 1920).

50 Los módulos en las Figuras 9, 11, 13, 15, 17 y 19 pueden comprender procesadores, dispositivos electrónicos, dispositivos hardware, componentes electrónicos, circuitos lógicos, memorias, etcétera o cualquier combinación de los mismos.

55 Los expertos en la técnica entenderían que la información y las señales pueden representarse usando una cualquiera de una variedad de diferentes tecnologías y técnicas. Por ejemplo, datos, instrucciones, comandos, informaciones, señales, bits, símbolos y chips que pueden ser referenciados a lo largo de la descripción anterior

pueden representarse mediante voltajes, corrientes, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticos, campos o partículas ópticos o cualquier combinación de los mismos.

5 Aquellos expertos entenderán además que los distintos ilustrativos bloques lógicos, módulos, circuitos y etapas de algoritmos descritos en conexión con la divulgación de este documento pueden implementarse como hardware electrónico, software de ordenador o combinaciones de ambos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, varios componentes, bloques circuitos y etapas ilustrativos se han descrito anteriormente de forma general en términos de su funcionalidad. Si se implementa tal funcionalidad como hardware o software depende de la aplicación particular y las restricciones de diseño impuestas en el sistema global. Los expertos en la técnica pueden implementar la funcionalidad descrita de diferentes formas para cada aplicación particular, pero tales decisiones de implementación no deben interpretarse como fuera del alcance de la presente divulgación.

10 Los distintos bloques, módulos y circuitos ilustrativos descritos en conexión con la divulgación de este documento pueden implementarse o llevarse a cabo con un procesador de propósito general, un procesador digital de señal (DSP), un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), una matriz programable de puertas (FPGA) u otro dispositivo lógico programable, puerta discreta o lógica de transistor, componentes hardware discretos o cualquier combinación de los mismos diseñada para llevar a cabo las funciones descritas en este documento. Un procesador de propósito general puede ser un microprocesador, pero alternativamente, el procesador puede ser cualquier procesador convencional, controlador, microcontrolador o máquina de estados. Un procesador puede implementarse también como una combinación de dispositivos de computación, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores en conjunto con un núcleo DSP, o cualquier otra configuración.

15 Las etapas de un procedimiento o algoritmo descrito en conexión con la divulgación de este documento pueden realizarse directamente en hardware, en un módulo software ejecutado por un procesador, o en una combinación de ambos. Un módulo software puede residir en memoria RAM, memoria flash, memoria ROM, memoria EPROM, memoria EEPROM, registros, disco duro, un disco extraíble, un CD-ROM o cualquier otra forma de medio de almacenamiento conocida en la técnica. Un medio de almacenamiento de ejemplo está conectado a un procesador de tal forma que el procesador puede leer información de y escribir información en el medio de almacenamiento. De forma alternativa, el medio de almacenamiento puede estar integrado en el procesador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un ASIC. El ASIC puede residir en un terminal de usuario. De forma alternativa, el procesador y el medio de almacenamiento pueden residir como componentes discretos en un terminal de usuario.

20 En uno o más diseños de ejemplo, las funciones descritas pueden implementarse en hardware, software, firmware o cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software, las funciones pueden almacenarse o transmitirse como una o más instrucciones o código en un medio legible por ordenador. Los medios legibles por ordenador incluyen tanto medios de almacenamiento informático y medios de comunicación incluyendo cualquier método que facilite la transferencia de un programa de ordenador de un lugar a otro. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible que puede ser accedido por un ordenador de propósito general o de propósito específico. A modo de ejemplo, y sin ser limitante, tal medio legible por ordenador puede comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otro almacenamiento de disco óptico, almacenamiento de disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que se pueda utilizar para transportar o almacenar los medios deseados de código de programa en forma de instrucciones o estructuras de datos y que pueden ser accedidos por un ordenador de propósito general o de propósito específico, o un procesador de propósito general o de propósito específico. También, cualquier conexión es denominada acertadamente medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite desde un sitio web, servidor u otra fuente remota usando un cable coaxial, cable de fibra óptica, par trenzado, línea de abonado digital (DSL) o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas, entonces los cable coaxial, cable de fibra óptica, par trenzado, línea de abonado digital (DSL) o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas se incluyen en la definición de medio. Disco (del inglés "disk") y disco (del inglés "disc"), tal y como se utiliza en este documento, incluye disco compacto (CD), disco láser, disco óptico, disco digital versátil (DVD), disco flexible y disco blu-ray en donde discos (del inglés "disk") reproducen datos magnéticamente y discos (del inglés "disc") reproducen los datos mediante láseres. Combinaciones de lo anterior deberían incluirse dentro del alcance de medios legibles por ordenador.

25 La descripción previa de la divulgación se proporciona para permitir a cualquier experto en la técnica hacer uso de la divulgación. Varias modificaciones de la divulgación serán inmediatamente evidentes para aquellos expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en este documento pueden aplicarse a otras variaciones sin salirse del espíritu o alcance de la divulgación. Por lo tanto, la divulgación no pretende limitarse a los ejemplos y diseños descritos en este documento sino que debe asignársele el máximo alcance consistente con los principios y características innovadoras divulgadas en este documento.

Las realizaciones preferentes adicionales de la invención incluyen:

Un aparato para comunicación inalámbrica que comprende: al menos un procesador configurado para obtener una secuencia de código de sincronización primario (PSC) generada en base a una secuencia Frank y una secuencia repetida de amplitud constante obtenida repitiendo una secuencia de amplitud constante múltiples veces, y generar una señal PSC basada en la secuencia PSC; y una memoria acoplada al al menos un procesador.

5 En el aparato el al menos un procesador puede configurarse para obtener la secuencia repetida de amplitud constante de longitud N2 repitiendo N veces la secuencia de amplitud constante de longitud N, en donde N es un valor entero y generar la secuencia PSC de longitud N2 en base a la secuencia Frank de longitud N2 y la secuencia repetida de amplitud constante de longitud N2.

10 En el aparato la secuencia de amplitud constante puede basarse en al menos una de una secuencia de Golay, una secuencia M y una secuencia de número pseudo-aleatorio (PN).

En el aparato el al menos un procesador puede configurarse para generar la señal PSC interpolando la secuencia PSC y adjuntando un prefijo cíclico.

15 En el aparato, el al menos un procesador puede configurarse para mapear los elementos de la secuencia PSC a un conjunto de subportadoras, mapear los valores cero a las subportadoras sin elementos mapeados, transformar los elementos mapeados y los valores cero para obtener una secuencia de muestras en el dominio del tiempo y para generar la señal PSC adjuntando un prefijo cíclico a la secuencia de muestras en el dominio del tiempo.

Otras realizaciones preferentes adicionales de la invención incluyen:

20 Un procedimiento para comunicación inalámbrica que comprende: obtener una secuencia primaria de código de sincronización (PSC) generada en base a una secuencia Frank y una secuencia repetida de amplitud constante obtenida repitiendo una secuencia de amplitud constante múltiples veces; y para generar una señal PSC en base a la secuencia PSC.

25 En el procedimiento la obtención de la secuencia PSC puede comprender: obtener la secuencia repetida de amplitud constante de longitud N2 repitiendo N veces la secuencia de amplitud constante de longitud N, en donde N es un valor entero, y generar la secuencia de longitud N2 en base a la secuencia Frank de longitud  $N^2$  y la secuencia repetida de amplitud constante de longitud N2.

En el procedimiento la generación de la señal PSC puede comprender: generar una secuencia de muestras en el dominio del tiempo en base a la secuencia PSC, y adjuntar un prefijo cíclico a la secuencia de muestras en el dominio del tiempo para generar la señal PSC.

Otras realizaciones preferentes adicionales de la invención incluyen:

30 Un aparato para comunicación inalámbrica que comprende: medios para obtener una secuencia primaria de código de sincronización (PSC) generada en base a una secuencia Frank y una secuencia repetida de amplitud constante obtenida repitiendo una secuencia de amplitud constante múltiples veces; y medios para generar una señal PSC en base a la secuencia PSC.

35 En el aparato los medios para la obtención de la secuencia PSC pueden comprender: medios para obtener la secuencia repetida de amplitud constante de longitud N2 repitiendo N veces la secuencia de amplitud constante de longitud N, en donde N es un valor entero, y medios para generar la secuencia de longitud N2 en base a la secuencia Frank de longitud N2 y la secuencia repetida de amplitud constante de longitud N2.

40 En el aparato los medios para la generación de la señal PSC pueden comprender: medios para generar una secuencia de muestras en el dominio del tiempo en base a la secuencia PSC, y medios para adjuntar un prefijo cíclico a la secuencia de muestras en el dominio del tiempo para generar la señal PSC.

Otras realizaciones preferentes adicionales de la invención incluyen:

45 Un medio legible por ordenador que comprende instrucciones que, cuando son ejecutadas por una máquina hacen que la máquina lleve a cabo operaciones que incluyen: obtener una secuencia primaria de código de sincronización (PSC) generada en base a una secuencia Frank y una secuencia repetida de amplitud constante obtenida repitiendo una secuencia de amplitud constante múltiples veces; y generar una señal PSC en base a la secuencia PSC.

50 En el medio legible por ordenador, el medio que ejecutado por la máquina, hace que la máquina lleve a cabo operaciones puede adicionalmente incluir: obtener la secuencia repetida de amplitud constante de longitud N2 repitiendo N veces la secuencia de amplitud constante de longitud N, en donde N es un valor entero; y generar la secuencia de longitud N2 en base a la secuencia Frank de longitud N2 y la secuencia repetida de amplitud constante de longitud N2.

En el medio legible por ordenador, el medio que ejecutado por la máquina, hace que la máquina lleve a cabo operaciones puede adicionalmente incluir: generar una secuencia de muestras en el dominio del tiempo en base a la secuencia PSC, y adjuntar un prefijo cíclico a la secuencia de muestras en el dominio del tiempo para generar la señal PSC.

5 Otras realizaciones preferentes adicionales de la invención incluyen:

Un aparato para comunicación inalámbrica que comprende: al menos un procesador configurado para obtener una secuencia primaria de código de sincronización (PSC) generada en base a una secuencia Frank y una secuencia repetida de amplitud constante obtenida repitiendo una secuencia de amplitud constante múltiples veces; y correlar una señal recibida con la secuencia PSC para detectar celdas; y una memoria acoplada al al menos un procesador.

10 En el aparato el al menos un procesador puede estar configurado para obtener la secuencia repetida de amplitud constante de longitud  $N2$  repitiendo  $N$  veces la secuencia de amplitud constante de longitud  $N$ , en donde  $N$  es un valor entero, para generar la secuencia de longitud  $N2$  basada en la secuencia Frank de longitud  $N2$  y la secuencia repetida de amplitud constante  $N2$  y para llevar a cabo correlación parcial de la señal recibida con múltiples segmentos de la secuencia PSC, cubriendo cada segmento al menos una repetición de la secuencia de amplitud constante.

15 En el aparato el al menos un procesador puede configurarse para acumular de forma no coherente resultados de correlación parcial para los múltiples segmentos de la secuencia PSC para obtener un resultado de correlación completo y para detectar la secuencia PSC en la señal recibida en base al resultado de correlación completo.

20 En el aparato el al menos un procesador puede configurarse para obtener un primer resultado de correlación parcial para una primera parte de la secuencia PSC, para obtener un segundo resultado de correlación parcial para una segunda parte de la secuencia PSC y para estimar la desviación de frecuencia en base a los primer y segundo resultados de correlación parcial.

25 En el aparato el al menos un procesador puede configurarse para derivar una estimación de canal en base a la señal recibida y la secuencia PSC, y para detectar una secuencia secundaria de código de sincronización (SSC) en la señal recibida en base a la estimación de canal.

Otras realizaciones preferentes adicionales de la invención incluyen:

30 Un procedimiento para comunicación inalámbrica que comprende: obtener una secuencia primaria de código de sincronización (PSC) generada en base a una secuencia Frank y una secuencia repetida de amplitud constante obtenida repitiendo una secuencia de amplitud constante múltiples veces; y correlar una señal recibida con la secuencia PSC para detectar celdas.

El procedimiento de reivindicación puede además comprender: estimar la desviación de frecuencia en base a los primer y segundo resultados de correlación para las primera y segunda partes de la secuencia PSC.

35 El procedimiento de reivindicación puede además comprender: derivar una estimación de canal en base a la señal recibida y la secuencia PSC, y detectar una secuencia secundaria de código de sincronización (SSC) en la señal recibida en base a la estimación de canal.

Otras realizaciones preferentes adicionales de la invención incluyen:

40 Un aparato para comunicación inalámbrica que comprende: al menos un procesador configurado para obtener una secuencia primaria de código de sincronización (PSC) de entre múltiples secuencias PSC generadas en base a al menos un par de secuencias complementarias y para generar una señal PSC en base a la secuencia PSC; y una memoria acoplada al al menos un procesador.

En el aparato el al menos un par de secuencias complementarias puede comprender: las secuencias complementarias A y B, y en el que las múltiples secuencias PSC comprenden una primera secuencia PSC A+B formada concatenando la secuencia complementaria A con la secuencia complementaria B y una segunda secuencia PSC B+A formada concatenando la secuencia complementaria B con la secuencia complementaria A.

45 En el aparato el al menos un par de secuencias complementarias puede comprender: las secuencias complementarias A y B, y en el que las múltiples secuencias PSC comprenden una primera secuencia PSC formada por la secuencia complementaria A y una segunda secuencia PSC formada por la secuencia complementaria B.

En el aparato el al menos un par de secuencias complementarias puede comprender: secuencias complementarias de Golay.

En el aparato el al menos un procesador puede configurarse para generar una secuencia de muestras en el dominio del tiempo en base a la secuencia PSC, y para generar la señal PSC adjuntando un prefijo cíclico a la secuencia de muestras en el dominio del tiempo.

Otras realizaciones preferentes adicionales de la invención incluyen:

- 5 Un procedimiento para comunicación inalámbrica que comprende: obtener una secuencia primaria de código de sincronización (PSC) de entre múltiples secuencias PSC generadas en base a al menos un par de secuencias complementarias; y generar una señal PSC en base a la secuencia PSC.

- 10 En el procedimiento el al menos un par de secuencias complementarias puede comprender: las secuencias complementarias A y B, y en el que las múltiples secuencias PSC comprenden una primera secuencia PSC A+B formada concatenando la secuencia complementaria A con la secuencia complementaria B y una segunda secuencia PSC B+A formada concatenando la secuencia complementaria B con la secuencia complementaria A.

En el procedimiento la generación de la señal PSC puede comprender: generar una secuencia de muestras en el dominio del tiempo en base a la secuencia PSC y generar la señal PSC adjuntando un prefijo cíclico a la secuencia de muestras en el dominio del tiempo.

- 15 Otras realizaciones preferentes adicionales de la invención incluyen:

Un aparato para comunicación inalámbrica que comprende: al menos un procesador configurado para obtener una secuencia primaria de código de sincronización (PSC) de entre múltiples secuencias PSC generada en base a al menos un par de secuencias complementarias y para correlar una señal recibida con la secuencia PSC para detectar celdas; y una memoria acoplada al al menos un procesador.

- 20 En el aparato el al menos un par de secuencias complementarias puede comprender: las secuencias complementarias A y B, y en el que el al menos un procesador se configura para obtener un primer resultado de correlación para la correlación de una primera parte de la señal recibida con la secuencia complementaria A, para obtener un segundo resultado de correlación para la correlación de una segunda parte de la señal recibida con la secuencia complementaria B y para detectar la secuencia PSC en la señal recibida en base a los primer y segundo resultados de correlación.

- 25 En el aparato el al menos un par de secuencias complementarias puede comprender: las secuencias complementarias A y B, y en el que las múltiples secuencias PSC comprenden una primera secuencia PSC A+B y una segunda secuencia PSC B+A, y en el que el al menos un procesador se configura para obtener primer y segundo resultados de correlación para la correlación de una primera parte de la señal recibida con las secuencias complementarias A y B, para obtener tercer y cuarto resultados de correlación para la correlación de una segunda parte de la señal recibida con las secuencias complementarias A y B, y para detectar las primera y segunda secuencias en la señal recibida en los primer, segundo, tercer y cuarto resultados de correlación.

En el aparato el al menos un procesador puede configurarse para derivar una estimación de la desviación de frecuencia en base a los primer y segundo resultados de correlación.

- 35 En el aparato el al menos un procesador puede configurarse para derivar una estimación de canal en base a la señal recibida y la secuencia PSC y para detectar una secuencia secundaria de código de sincronización (SSC) en la señal recibida en base a la estimación de canal.

Otras realizaciones preferentes adicionales de la invención incluyen:

- 40 Un procedimiento para comunicación inalámbrica que comprende: obtener una secuencia primaria de código de sincronización (PSC) de entre múltiples secuencias PSC generadas en base a al menos un par de secuencias complementarias; y correlar una señal recibida con la secuencia PSC para detectar celdas.

- 45 En el procedimiento el al menos un par de secuencias complementarias puede comprender: las secuencias complementarias A y B, en el que las múltiples secuencias complementarias comprenden una primera secuencia PSC A+B y una segunda secuencia PSC B+A, y en donde la correlación de la señal recibida con la secuencia PSC puede comprender: obtener primer y segundo resultados de correlación para la correlación de una primera parte de la señal recibida con las secuencias complementarias A y B, obtener tercer y cuarto resultados de correlación para la correlación de una segunda parte de la señal recibida con las secuencias complementarias A y B y detectar la primera y segunda secuencias PSC en la señal recibida en base a los primer, segundo, tercer y cuarto resultados de correlación.

- 50 El procedimiento de reivindicación puede además comprender: derivar una estimación de canal en base a la señal recibida y la secuencia PSC y detectar una secuencia secundaria de código de sincronización (SSC) en la señal recibida en base a la estimación de canal.

Otras realizaciones preferentes adicionales de la invención incluyen:

5 Un aparato para comunicación inalámbrica que comprende: al menos un procesador configurado para obtener una secuencia secundaria de código de sincronización (SSC) generada en base a una secuencia base y un símbolo de modulación de un esquema de modulación y para generar una señal SSC en base a la secuencia SSC; y una memoria acoplada al al menos un procesador.

En el aparato el al menos un procesador puede estar configurado para generar la secuencia SSC multiplicando cada elemento de la secuencia base con un valor complejo para el símbolo de modulación.

En el aparato el al menos un procesador puede configurarse para generar una señal primaria de código de sincronización (PSC) en base a una secuencia PSC y para transmitir la señal SSC junto con la señal PSC.

10 En el aparato el esquema de modulación puede ser Modulación Binaria por Desplazamiento en Fase (BPSK), y en el que el símbolo de modulación se selecciona de entre dos posibles símbolos de modulación para BPSK.

En el aparato el esquema de modulación puede ser Modulación en Cuadratura por Desplazamiento en Fase (QPSK), y en el que el símbolo de modulación se selecciona de entre cuatro posibles símbolos de modulación para QPSK.

15 En el aparato la secuencia puede basarse en al menos uno de una secuencia CAZAC (Amplitud Constante Autocorrelación Cero), una secuencia de número pseudoaleatorio (PN) y una secuencia de Golay.

En el aparato el al menos un procesador puede configurarse para seleccionar la secuencia base y el símbolo de modulación en base a un identificador de celda (ID).

Otras realizaciones preferentes adicionales de la invención incluyen:

20 Un procedimiento de comunicación inalámbrica que comprende: obtener una secuencia secundaria de código de sincronización (SSC) generada en base a una secuencia base y un símbolo de modulación de un esquema de modulación; y generar una señal SSC en base a la secuencia SSC.

El procedimiento puede además comprender: generar una señal primaria de código de sincronización (PSC) en base a la secuencia PSC y transmitir la señal SSC junto con la señal PSC.

25 El procedimiento puede además comprender: seleccionar la secuencia base y el símbolo de modulación en base a un identificador de celda.

Otras realizaciones preferentes adicionales de la invención incluyen:

30 Un aparato para comunicación inalámbrica que comprende: al menos un procesador configurado para correlar una señal recibida con un conjunto de secuencias base para detectar una secuencia base transmitida por una celda, para detectar un símbolo de modulación transmitido en la secuencia base detectada y para detectar una secuencia secundaria de código de sincronización (SSC) transmitida por la celda basada en la secuencia base detectada y el símbolo de modulación detectado; y una memoria acoplada al al menos un procesador.

35 En el aparato el al menos un procesador puede configurarse para detectar una secuencia primaria de código de sincronización (PSC) transmitida por la celda, para derivar una estimación de canal en base a la secuencia PSC detectada y para detectar el símbolo de modulación en base a la estimación de canal.

40 En el aparato el al menos un procesador puede configurarse para derivar ganancias de canal para múltiples subportadoras en base a la secuencia PSC detectada, para estimar la desviación de frecuencia en base a la secuencia PSC detectada, para eliminar la estimación de frecuencia detectada de las muestras de entrada para obtener muestras corregidas en frecuencia, para transformar las muestras corregidas para obtener símbolos en el dominio de la frecuencia, para llevar a cabo detección coherente de los símbolos en el dominio de la frecuencia con las ganancias de canal para obtener símbolos detectados y para detectar la secuencia base y el símbolo de modulación en base a los símbolos detectados.

En el aparato el al menos un procesador puede configurarse para determinar un identificador de celda (ID) en base a la secuencia base detectada y el símbolo de modulación detectado.

45 Otras realizaciones preferentes adicionales de la invención incluyen:

Un procedimiento para comunicación inalámbrica que comprende: correlar una señal recibida con un conjunto de secuencias base para detectar una secuencia base transmitida por una celda; detectar un símbolo de modulación

transmitido en la secuencia base detectada; y detectar una secuencia secundaria de código de sincronización (SSC) transmitida por la celda en base a una secuencia base detectada y el símbolo de modulación detectado.

5 El procedimiento puede comprender además: detectar una secuencia primaria de código de sincronización (PSC) transmitida por la celda; y derivar una estimación de canal en base a la secuencia PSC detectada, y en el que el símbolo de modulación se detecta en base a la estimación de canal.

El método puede comprender además: determinar un identificador de celda (ID) en base a la secuencia base detectada y el símbolo de modulación detectado.

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato para comunicación inalámbrica que comprende:
- 5 al menos un procesador configurado para obtener una secuencia secundaria de código de sincronización SSC generada en base a una secuencia base y un símbolo de modulación de un esquema de modulación, y
- generar una señal SSC en base a la secuencia SSC; y
- una memoria acoplada al al menos un procesador;
- en el que el al menos un procesador está configurado para seleccionar la secuencia base y el símbolo de modulación en base a un identificador de celda ID.
- 10 2. El aparato según la reivindicación 1, en el que el al menos un procesador está configurado para generar la secuencia SSC multiplicando cada elemento de la secuencia base con un valor complejo para el símbolo de modulación.
3. El aparato según la reivindicación 1, en el que el al menos un procesador está configurado para generar una
- 15 señal primaria de código de sincronización PSC en base a una secuencia PSC y para transmitir la señal SSC junto con la señal PSC.
4. El aparato según la reivindicación 1, en el que el esquema de modulación es Modulación Binaria por Desplazamiento en Fase BPSK, y en el que el símbolo de modulación se selecciona de entre dos posibles símbolos de modulación para BPSK.
- 20 5. El aparato según la reivindicación 1, en el que el esquema de modulación es Modulación Cuadrática por Desplazamiento en Fase QPSK, y en el que el símbolo de modulación se selecciona de entre cuatro posibles símbolos de modulación para QPSK.
6. El aparato según la reivindicación 1, en el que la secuencia base se basa en al menos uno de una secuencia de amplitud constante autocorrelación cero CAZAC, una secuencia de número pseudoaleatorio PN y una secuencia de Golay.
- 25 7. Un método de comunicación inalámbrica que comprende:
- obtener una secuencia secundaria de código de sincronización SSC generada en base a una secuencia base y un símbolo de modulación de un esquema de modulación; seleccionar la secuencia base y el símbolo de modulación en base a un identificador de celda ID; y
- generar un señal SSC en base a la secuencia SSC.
- 30 8. El método según la reivindicación 7, que comprende además:
- generar una señal primaria de código de sincronización PSC en base a una secuencia PSC; y
- transmitir la señal SSC junto con la señal PSC.
9. Un aparato para comunicación inalámbrica que comprende:
- 35 al menos un procesador configurado para correlar una señal recibida con un conjunto de secuencias base para detectar una secuencia base transmitida por una celda, para detectar un símbolo de modulación transmitido en la secuencia base detectada y para detectar una secuencia secundaria de código de sincronización SSC transmitida por la celda basada en la secuencia base detectada y el símbolo de modulación detectado; y una memoria acoplada al al menos un procesador.
- 40 10. El aparato según la reivindicación 9, en el que el al menos un procesador está configurado para detectar una secuencia primaria de código de sincronización PSC transmitida por la celda, para detectar una estimación de canal en base a la secuencia PSC detectada y para detectar el símbolo de modulación en base a la estimación de canal.
- 45 11. El aparato según la reivindicación 10, en el que el al menos un procesador puede configurarse para derivar ganancias de canal para múltiples subportadoras en base a la secuencia PSC detectada, para estimar la desviación de frecuencia en base a la secuencia PSC detectada, para eliminar la estimación de frecuencia detectada de las muestras de entrada para obtener muestras corregidas en frecuencia, para transformar las

muestras corregidas para obtener símbolos en el dominio de la frecuencia, para llevar a cabo detección coherente de los símbolos en el dominio de la frecuencia con las ganancias de canal para obtener símbolos detectados y para detectar la secuencia base y el símbolo de modulación en base a los símbolos detectados.

- 5 12. El aparato según la reivindicación 9, en el que el al menos un procesador está configurado para determinar un identificador de celda ID en base a la secuencia base detectada y el símbolo de modulación detectada.
13. Un método de comunicación inalámbrica que comprende:
- correlar una señal recibida con un conjunto de secuencias base para detectar una secuencia base transmitida por una celda;
  - detectar un símbolo de modulación transmitido en la secuencia base detectada; y
- 10 detectar una secuencia secundaria de código de sincronización SSC transmitida por la celda en base a la secuencia base detectada y el símbolo de modulación detectado.
14. El método según la reivindicación 13 que comprende además:
- detectar una secuencia primaria de código de sincronización PSC transmitida por la celda; y
- 15 derivar una estimación de canal en base a la secuencia PSC detectada, y en el que el símbolo de modulación es detectado en base a la estimación de canal.
15. El método según la reivindicación 13 que comprende además:
- determinar un identificador de celda en base a la secuencia base detectada y el símbolo de modulación detectado.

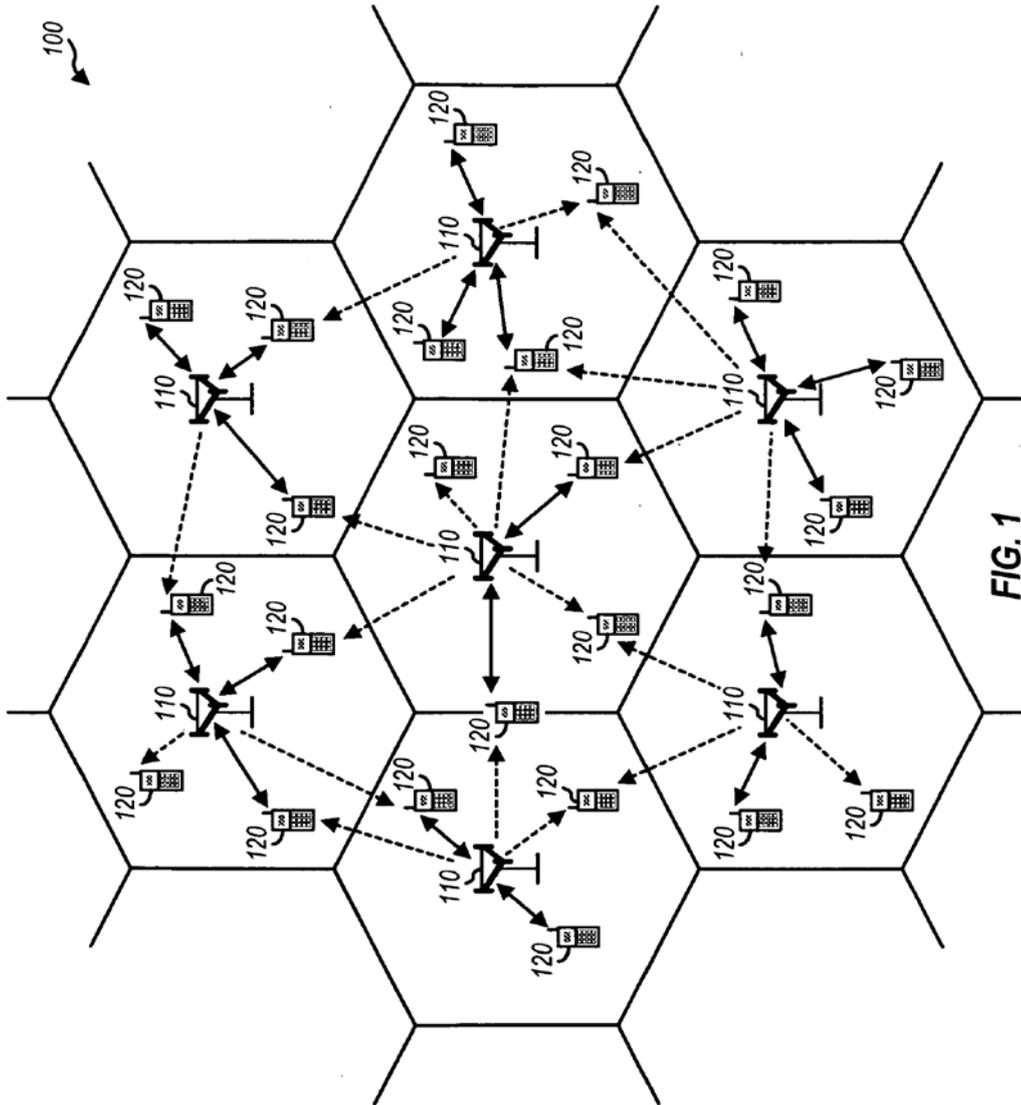


FIG. 1

PSC = Código primario de sincronización  
SSC = Código secundario de sincronización

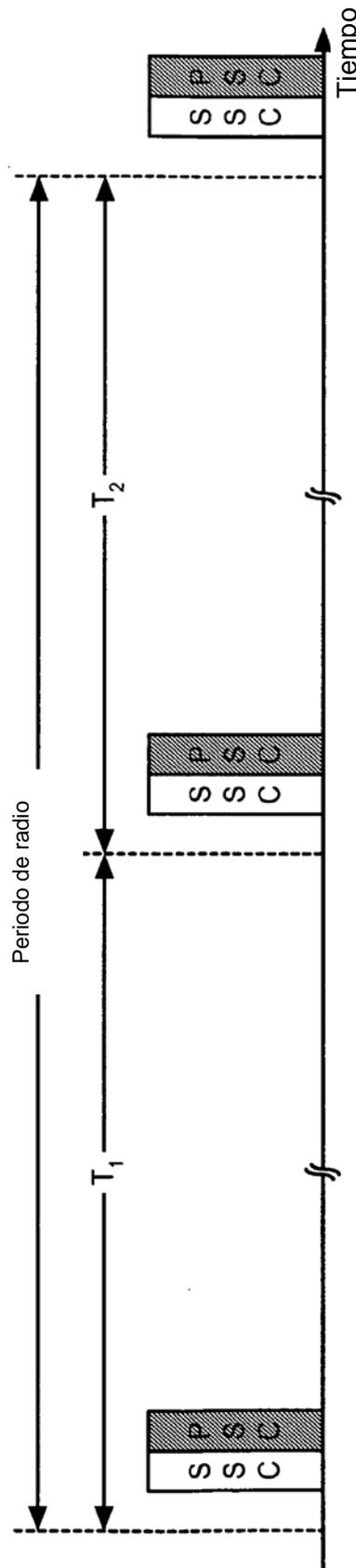


FIG. 2

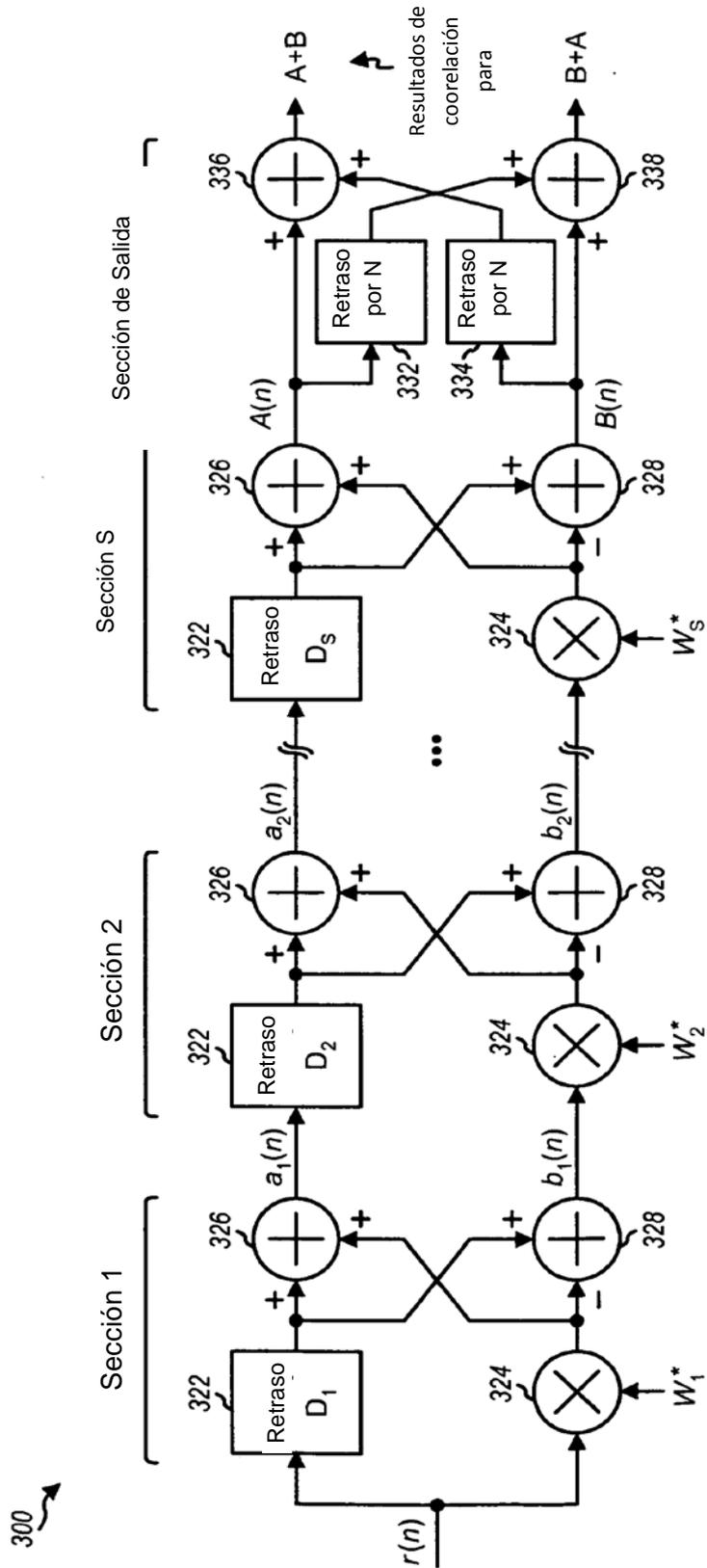


FIG. 3

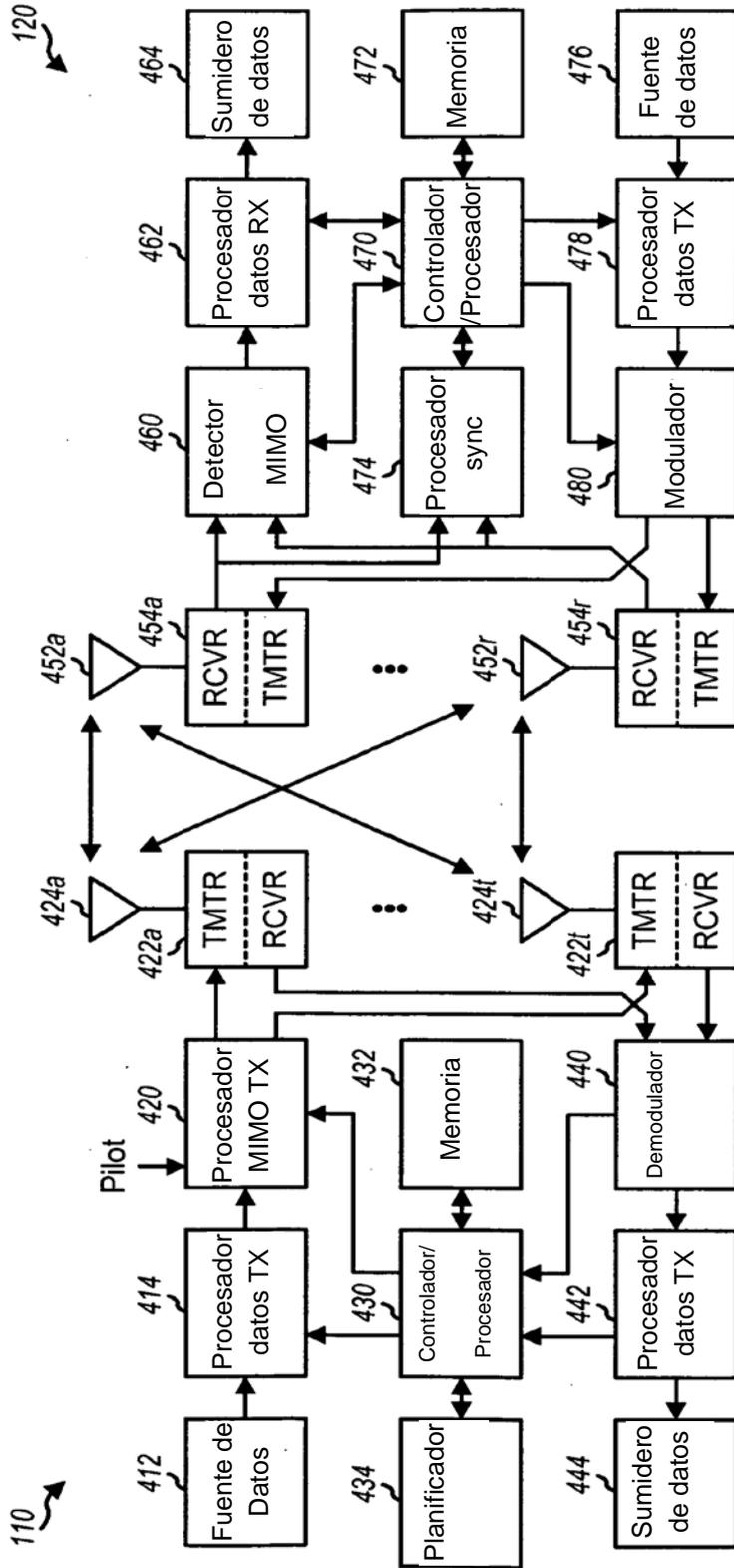


FIG. 4

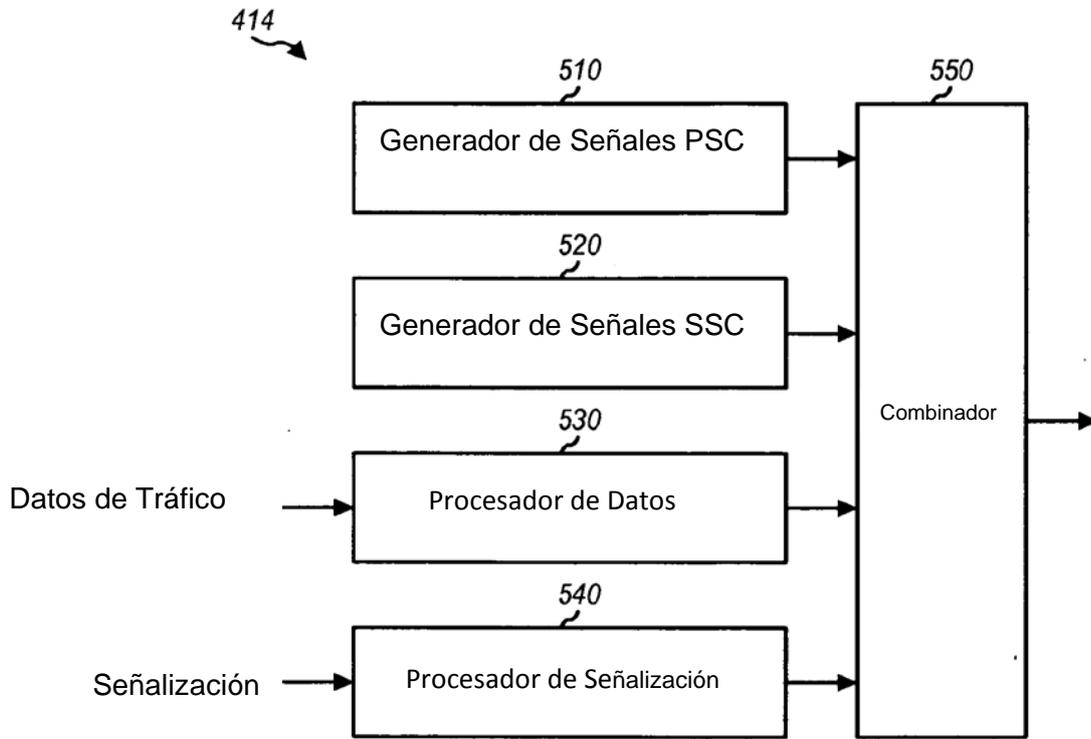


FIG. 5

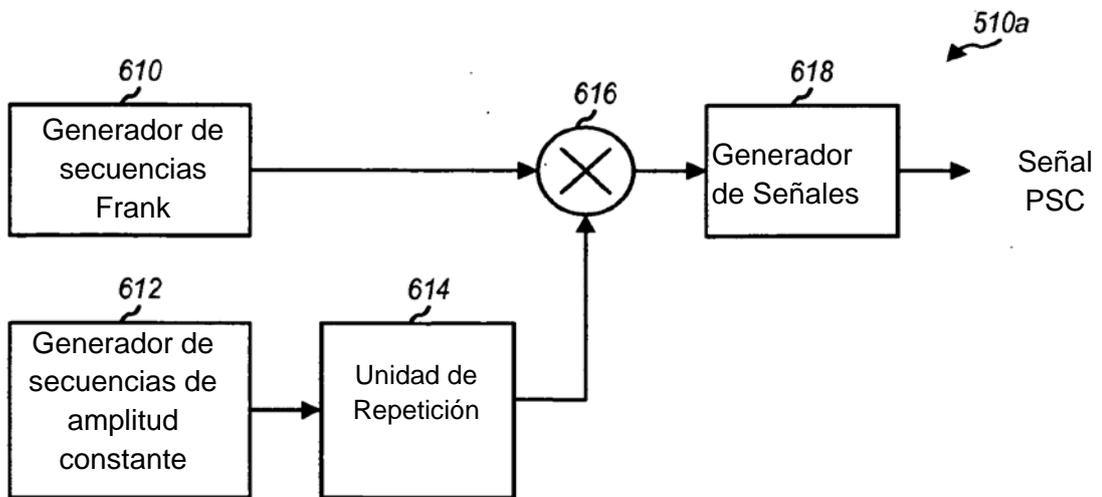


FIG. 6A

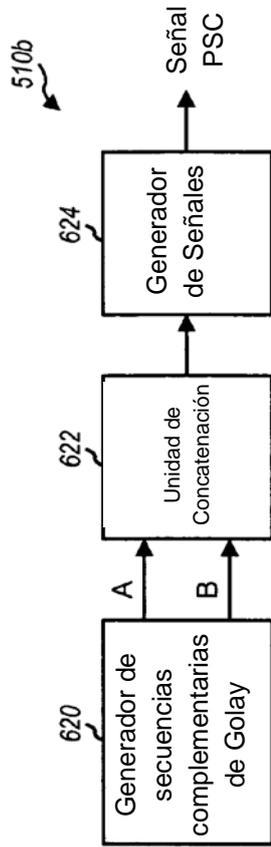


FIG. 6B

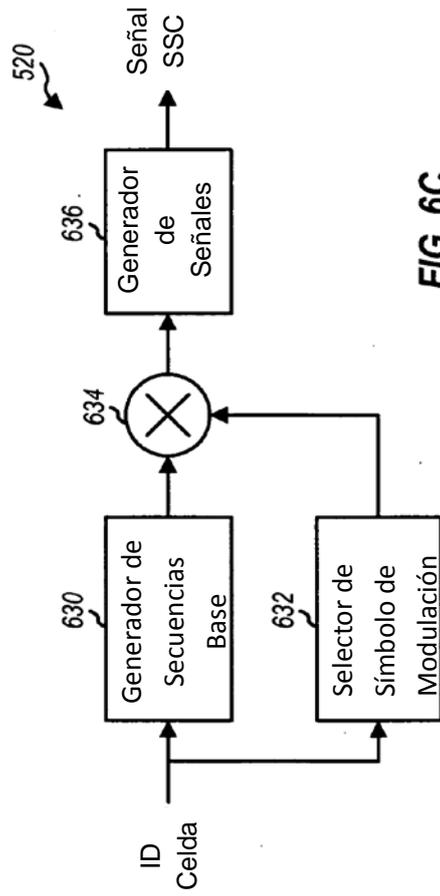


FIG. 6C

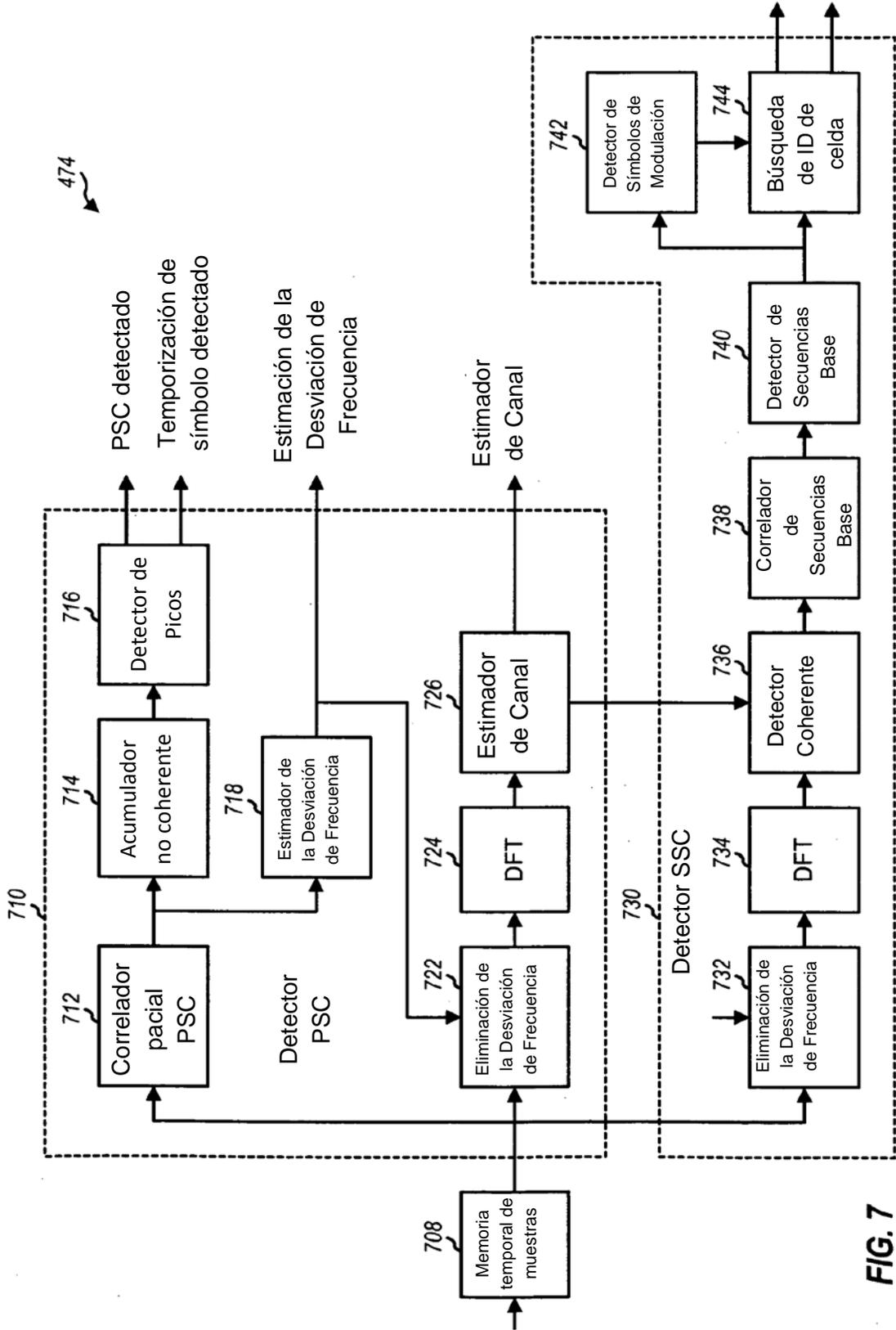
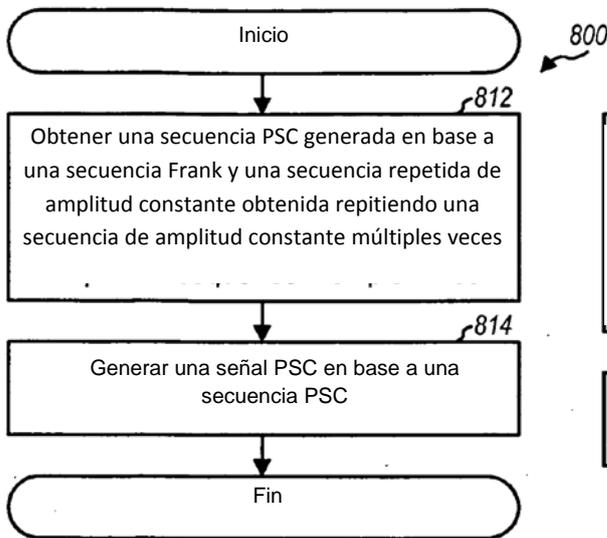
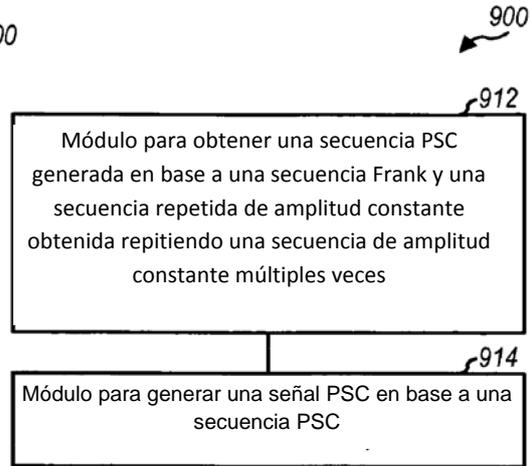


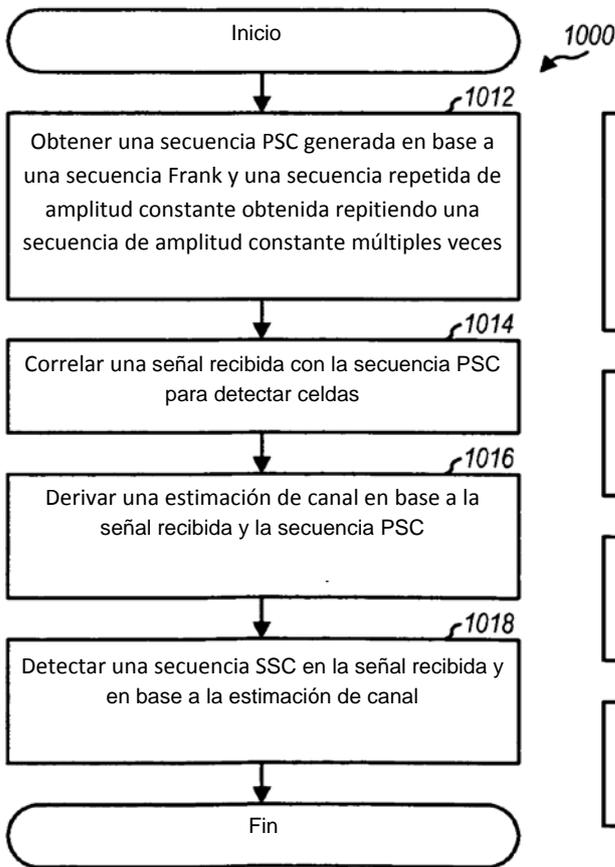
FIG. 7



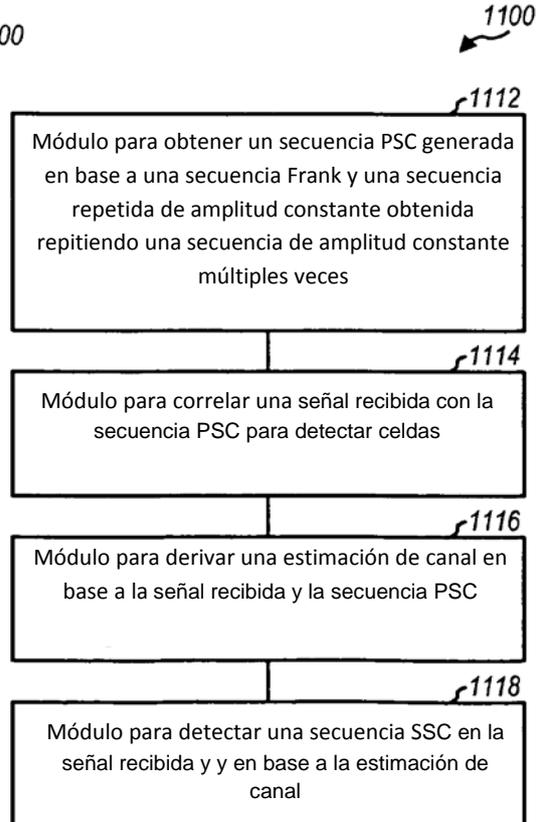
**FIG. 8**



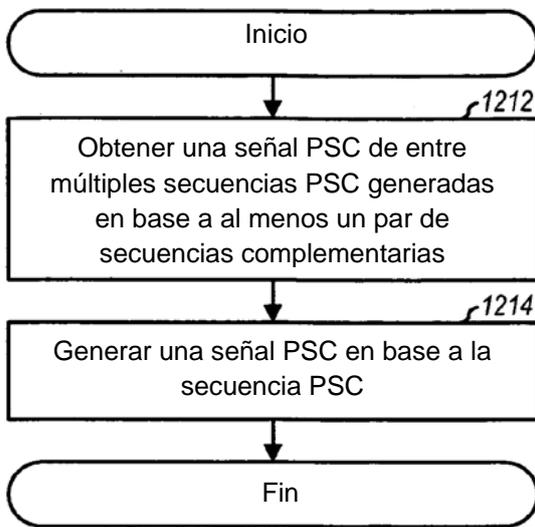
**FIG. 9**



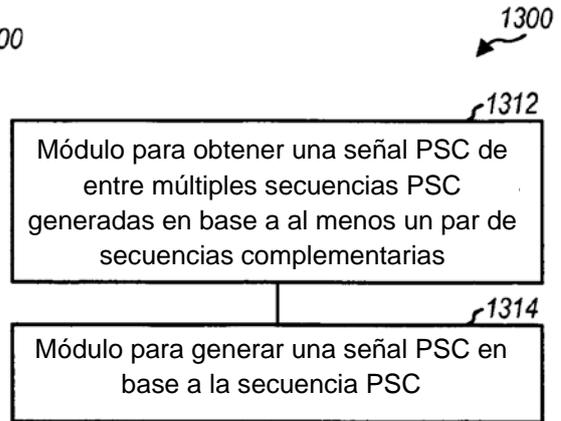
**FIG. 10**



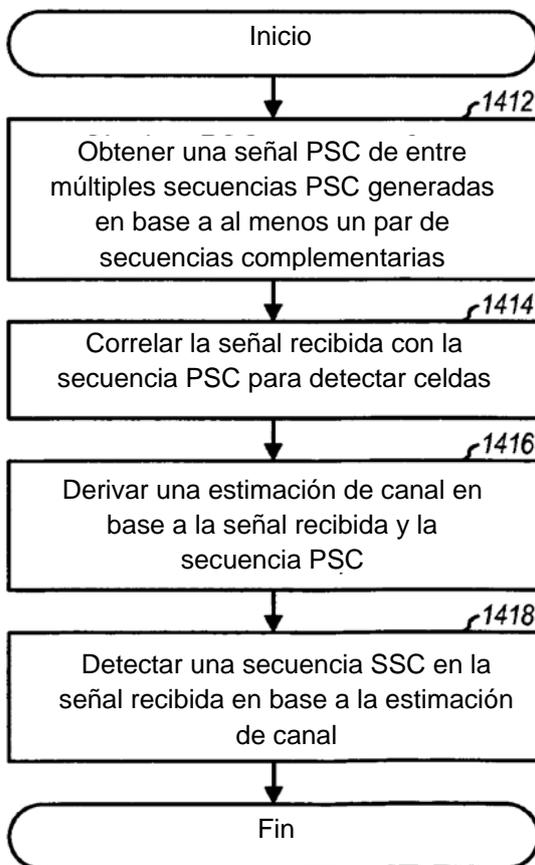
**FIG. 11**



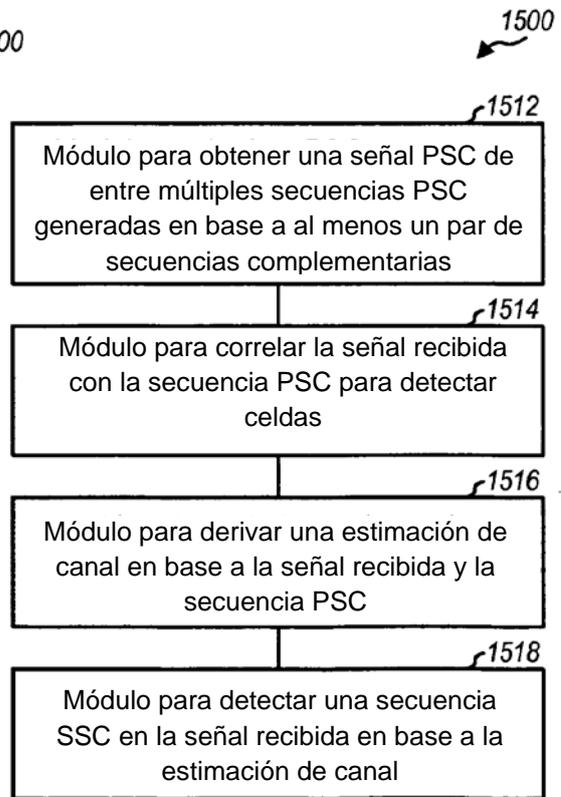
**FIG. 12**



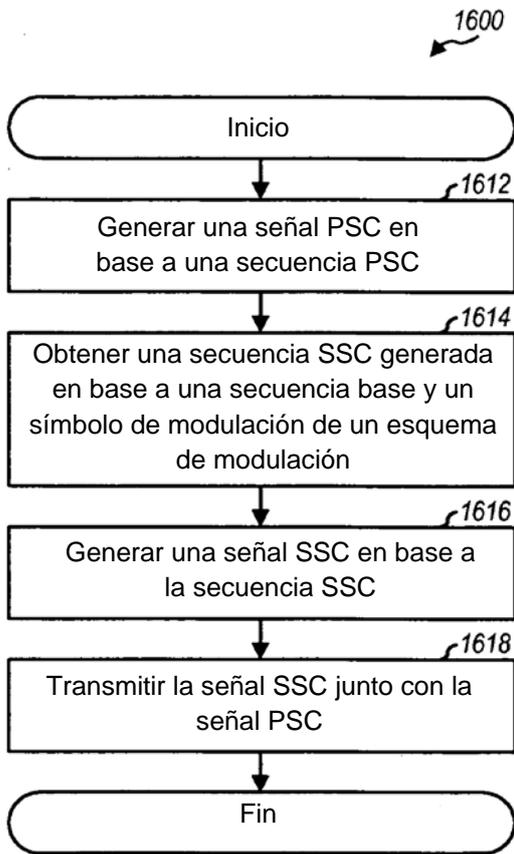
**FIG. 13**



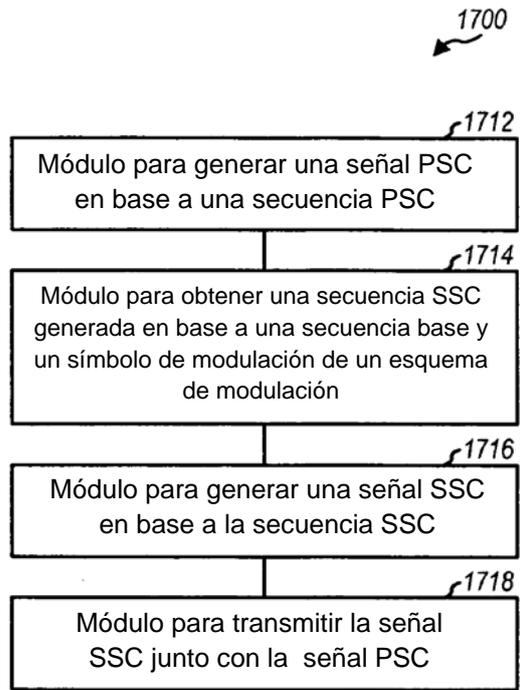
**FIG. 14**



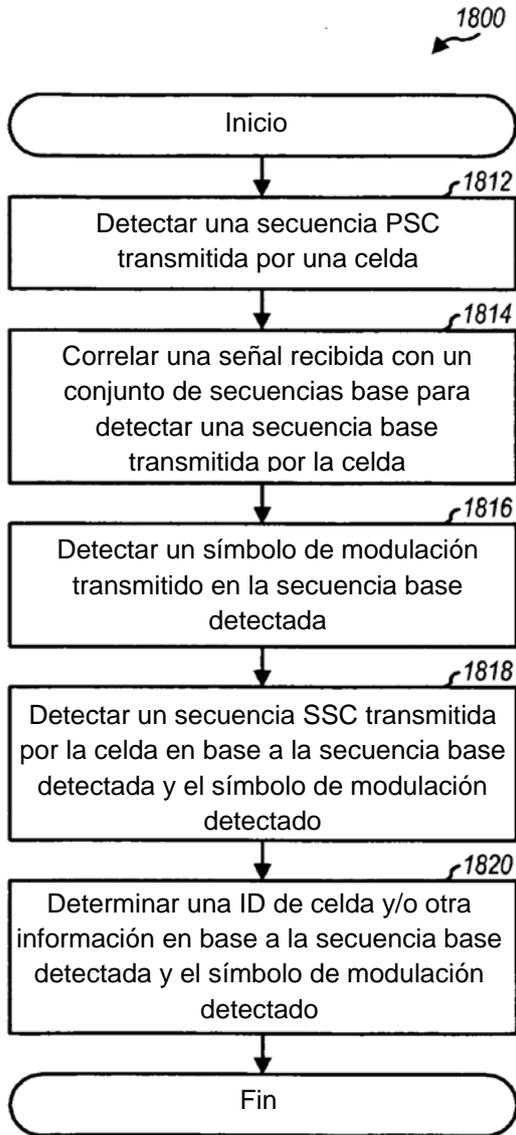
**FIG. 15**



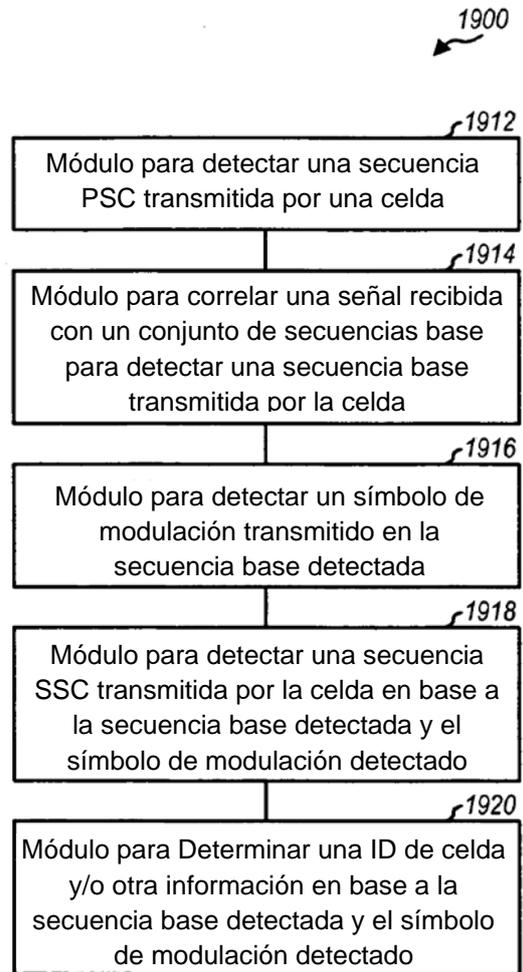
**FIG. 16**



**FIG. 17**



**FIG. 18**



**FIG. 19**