



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 363 617**

51 Int. Cl.:
H04L 27/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07798457 .3**

96 Fecha de presentación : **12.06.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2039100**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.03.2009**

54 Título: **Estructura y adquisición de preámbulo para un sistema de comunicaciones inalámbricas.**

30 Prioridad: **13.06.2006 US 813483 P**
09.05.2007 US 746111

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
10.08.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
10.08.2011

73 Titular/es: **QUALCOMM INCORPORATED**
5775 Morehouse Drive
San Diego, California 92121, US

72 Inventor/es: **Wang, Michael, Mao**

74 Agente: **Fàbrega Sabaté, Xavier**

ES 2 363 617 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

Estructura y adquisición de preámbulo para un sistema de comunicaciones inalámbricas

La presente solicitud reivindica prioridad para la solicitud provisional de Estados Unidos número de serie 60/813,483, titulada "*HANDOFF SELECTION FOR WIRELESS COMMUNICATION SYSTEMS*", presentada el 13 de junio de 2006, cedida al cesionario de la misma.

ANTECEDENTES

I. Campo

La presente invención se refiere en general a las comunicaciones y, más específicamente, a técnicas de adquisición para un sistema de comunicaciones inalámbricas.

II. Antecedentes

Los sistemas de comunicaciones inalámbricas se han utilizado generalmente para proporcionar varios servicios de comunicación tales como voz, vídeo, datos por paquetes, mensajería, radiodifusión, etc. Estos sistemas pueden ser sistemas de acceso múltiple capaces de soportar comunicaciones para múltiples usuarios compartiendo los recursos de sistema disponibles. Ejemplos de tales sistemas de acceso múltiple incluyen los 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 FDMA ortogonales (OFDMA) y sistemas FDMA de única portadora (SC-FDMA).

Un sistema de comunicaciones inalámbricas puede incluir muchas estaciones base que soportan comunicaciones para muchos terminales. Un terminal (por ejemplo, un teléfono celular) puede estar dentro de la cobertura de ninguna, una o múltiples estaciones base en cualquier momento dado. El terminal puede haberse acabado de encender o puede haber perdido cobertura y, por tanto, no puede saber qué estaciones base pueden recibirse. El terminal puede llevar a cabo una adquisición para detectar estaciones base y adquirir temporización y otra información para las estaciones base detectadas. El terminal puede utilizar la información adquirida para acceder al sistema a través de una estación base detectada.

Cada estación base puede enviar transmisiones para ayudar a los terminales a llevar a cabo la adquisición. Estas transmisiones representan datos suplementarios y deben enviarse de la manera más eficaz posible. Además, las transmisiones deben permitir que los terminales lleven a cabo las adquisiciones de la manera más rápida y robusta posible.

El documento US 2006/0028976 A1 se refiere a un aparato y a un procedimiento para transmitir/recibir señales piloto en un sistema de comunicaciones utilizando un esquema OFDM. Se da a conocer un procedimiento para transmitir señales de referencia para la identificación de cada célula en un sistema de comunicaciones que incluye una pluralidad de células, cada una de las cuales está identificada por un identificador de célula.

Además, el documento US 2005/0281290 A1 se refiere a una adquisición de señales en un sistema de comunicaciones inalámbricas. Cada estación base transmite una señal piloto TDM 1 que presenta múltiples instancias de una secuencia de señales piloto 1 generada con una secuencia PN1 y una señal piloto TDM 2 que presenta al menos una instancia de una secuencia de señales piloto 2 generada con una secuencia PN2.

El documento WO 2005/074222 A1 da a conocer sistemas y procedimientos para la adquisición de frecuencia en una red de comunicaciones inalámbricas. En un aspecto, un procedimiento para una adquisición de frecuencia inicial incluye las acciones de recibir un flujo de muestras de entrada desde un transmisor, determinar una estimación para un desplazamiento de frecuencia asociado con el transmisor y el receptor en función de las muestras de entrada recibidas, y compensar el desplazamiento de frecuencia para conseguir una adquisición de frecuencia inicial.

Finalmente, el documento WO 2007/137276 A2 se refiere a la adquisición de señales en un sistema de comunicaciones inalámbricas. Se describen sistemas y metodologías que generan señales piloto para la adquisición de señales en un sistema de comunicaciones inalámbricas en función de secuencias en el dominio de tiempo. Las señales piloto pueden generarse por una estación base y transmitirse en un campo piloto a uno o más terminales de acceso para ayudar en la adquisición de señales en cada uno de los terminales de acceso. Una de las señales piloto puede ser común para todos los puntos de acceso del sistema de comunicaciones inalámbricas, permitiendo de ese modo que un terminal de acceso obtenga una estimación de temporización para el sistema minimizando al mismo tiempo los efectos de variaciones de interferencia entre estaciones base. Además, una o más señales piloto generadas pueden ser únicas para cada punto de acceso con el fin de permitir que cada punto de acceso respectivo se identifique mediante sus señales piloto generadas.

RESUMEN

La invención se define en las reivindicaciones independientes 1, 4, 7, 9, 14 y 15.

5 En este documento se describen técnicas para enviar información de sector/sistema en señales piloto multiplexadas por división de tiempo (TDM) mediante una estación base. También se describen técnicas para adquirir la información de sector/sistema a partir de las señales piloto TDM mediante un terminal. En un aspecto, la información de sector/sistema se envía en las señales piloto TDM utilizando una estructura de señal piloto jerárquica. Para la estructura de señal piloto jerárquica, múltiples conjuntos de bits para la información de sector/sistema pueden enviarse en múltiples señales piloto TDM, y el conjunto de bits enviado en una señal piloto TDM dada puede incluir bits enviados en una o más señales piloto TDM anteriores. La estructura de señal piloto jerárquica puede reducir la complejidad de adquisición y mejorar el rendimiento de detección de los terminales permitiendo al mismo tiempo que se envíe un número relativamente elevado de bits para la información de sector/sistema.

15 En un diseño de una estructura de señal piloto jerárquica de 3 niveles, una estación base puede generar una primera señal piloto TDM en función de un primer conjunto de bits para la información de sector/sistema. La estación base puede generar una segunda señal piloto TDM en función de un segundo conjunto de bits para la información de sector/sistema, comprendiendo el segundo conjunto el primer conjunto. La estación base puede generar una tercera señal piloto TDM en función de todos los bits de la información de sector/sistema. La estación base puede enviar la primera, la segunda y la tercera señal piloto TDM en un primer, segundo y tercer intervalo de tiempo, respectivamente, en un preámbulo que se transmite periódicamente.

20 Un terminal puede detectar la primera señal piloto TDM para obtener un primer valor detectado para el primer conjunto de bits enviado en la primera señal piloto TDM. El terminal puede detectar la segunda señal piloto TDM en función del primer valor detectado para obtener un segundo valor detectado para el segundo conjunto de bits enviado en la segunda señal piloto TDM. El terminal puede detectar la tercera señal piloto TDM en función del primer y del segundo valor detectado para obtener un tercer valor detectado para todos los bits de la información de sector/sistema enviada en la tercera señal piloto TDM.

25 Posteriormente se describirán una estructura de señal piloto jerárquica de 2 niveles y una estructura de señal piloto no jerárquica. Varios aspectos y características de la invención también se describirán posteriormente en mayor detalle.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

30 La FIG. 1 muestra un sistema de comunicaciones inalámbricas.

La FIG. 2 muestra un diseño de una estructura de supertrama y de una estructura de preámbulo.

La FIG. 3 muestra un diseño de señales piloto TDM 1, 2 y 3 en el dominio de frecuencia.

La FIG. 4A muestra un diseño de una estructura de señal piloto jerárquica de 3 niveles.

La FIG. 4B muestra un diseño de una estructura de señal piloto jerárquica de 2 niveles.

35 La FIG. 4C muestra un diseño de una estructura de señal piloto no jerárquica de 3 niveles.

La FIG. 5 muestra un diagrama de bloques de una estación base y un terminal.

La FIG. 6 muestra un diagrama de bloques de un procesador de señales piloto de transmisión (TX) y de un modulador en la estación base.

La FIG. 7 muestra un diagrama de bloques de un procesador de adquisición en el terminal.

40 La FIG. 8 muestra un proceso llevado a cabo por la estación base para enviar señales piloto TDM.

La FIG. 9 muestra un aparato para enviar señales piloto TDM.

La FIG. 10 muestra un proceso llevado a cabo por el terminal para recibir señales piloto TDM.

La FIG. 11 muestra un aparato para recibir señales piloto TDM.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

45 La FIG. 1 muestra un sistema de comunicaciones inalámbricas 100 con múltiples estaciones base 110 y múltiples terminales 120. Una estación base es una estación que se comunica con los terminales. Una estación base también

puede denominarse como, y puede contener parte de o toda la funcionalidad de, un punto de acceso, un nodo B, un nodo B evolucionado, etc. Cada estación base 110 proporciona una cobertura de comunicación para un área geográfica particular 102. El término "célula" puede hacer referencia a una estación base y/o a su área de cobertura dependiendo del contexto en que se utilice el término. Para mejorar la capacidad del sistema, un área de cobertura de estación base puede dividirse en múltiples áreas más pequeñas, por ejemplo, en tres áreas más pequeñas 104a, 104b y 104c. Cada área más pequeña puede recibir servicio desde una estación transceptora base (BTS) respectiva. El término "sector" puede hacer referencia a una BTS y/o a su área de cobertura dependiendo del contexto en que se utilice el término. Para una célula sectorizada, las BTS para todos los sectores de esa célula están colocadas normalmente en la misma posición en la estación base para la célula. Las técnicas descritas en este documento pueden utilizarse para sistemas con células sectorizadas así como para sistemas con células no sectorizadas. Para una mayor claridad, las técnicas descritas a continuación son para un sistema con células sectorizadas.

Normalmente, los terminales 120 están dispersados por todo el sistema, y cada terminal puede ser estacionario o móvil. Un terminal también puede denominarse como, y puede contener parte de o toda la funcionalidad de, un terminal de acceso, una estación móvil, un equipo de usuario, una unidad de abonado, una estación, etc. Un terminal puede ser un teléfono celular, un asistente personal digital (PDA), un dispositivo inalámbrico, un módem inalámbrico, un dispositivo manual, un ordenador portátil, etc. Un terminal puede comunicarse con ninguna, una o múltiples estaciones base en el enlace directo y/o en el enlace inverso en cualquier momento dado. El enlace directo (o enlace descendente) se refiere al enlace de comunicaciones desde las estaciones base a los terminales, y el enlace inverso (o enlace ascendente) se refiere al enlace de comunicaciones desde los terminales a las estaciones base.

Para una arquitectura centralizada, un controlador de sistema 130 se acopla a las estaciones base 110 y proporciona coordinación y control para esas estaciones base. El controlador de sistema 130 puede ser una única entidad de red o una colección de entidades de red. Para una arquitectura distribuida, las estaciones base 110 pueden comunicarse entre sí según sea necesario.

Las técnicas descritas en este documento pueden utilizarse para varios sistemas de comunicaciones inalámbricas tales como sistemas CDMA, TDMA, OFDMA y SC-FDMA. Un sistema CDMA utiliza multiplexación por división de código (CDM) y envía transmisiones con diferentes códigos ortogonales. Un sistema TDMA utiliza multiplexación por división de tiempo (TDM) y envía transmisiones en diferentes ranuras de tiempo. Un sistema FDMA utiliza multiplexación por división de frecuencia (FDM) y envía transmisiones en diferentes subportadoras. Un sistema OFDMA utiliza multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) y un sistema SC-FDMA utiliza multiplexación por división de frecuencia de única portadora (SC-FDM). OFDM y SC-FDM dividen el ancho de banda del sistema en múltiples subportadoras ortogonales, que también se denominan como tonos, contenedores (*bins*), etc. Cada subportadora puede modularse con datos. En general, los símbolos de modulación se envían en el dominio de frecuencia con OFDM y en el dominio de tiempo con SC-FDM. Las técnicas también pueden utilizarse para sistemas de comunicaciones inalámbricas que utilicen una combinación de esquemas de multiplexación, por ejemplo CDMA y OFDM, u OFDM y SC-FDM, etc. Para una mayor claridad, a continuación se describirán determinados aspectos de las técnicas para un sistema que utiliza OFDM en el enlace directo.

El sistema 100 puede utilizar una estructura de supertrama para transmisiones enviadas en el enlace directo desde las estaciones base hasta los terminales. La estructura de supertrama puede definirse de varias maneras y puede incluir varios campos.

La FIG. 2 muestra un diseño de una estructura de supertrama 200 que puede utilizarse para el enlace directo. En este diseño, la línea de tiempo de transmisión está dividida en unidades de supertramas. Cada supertrama tiene una duración de tiempo particular, que puede ser fija o configurable. Cada supertrama incluye un preámbulo seguido de Q tramas donde, en general, $Q \geq 1$ y, en un diseño, $Q = 24$. El preámbulo transporta señales piloto e información suplementaria que permite a los terminales adquirir la estación base transmisora, recibir canales de control de enlace directo y, posteriormente, acceder al sistema. Cada trama puede transportar datos de tráfico y/o señalización y puede tener una duración de tiempo predeterminada.

La FIG. 2 también muestra un diseño del preámbulo. En este diseño, el preámbulo abarca ocho símbolos OFDM que tienen asignados índices comprendidos entre 1 y 8. Los cinco primeros símbolos OFDM con índices comprendidos entre 1 y 5 se utilizan para uno o más canales de radiodifusión primarios (pBCH). Los pBCH pueden transportar (i) información para parámetros específicos de la implementación tales como el número total de subportadoras, el número de subportadoras de protección, la hora del sistema, etc., y (ii) parámetros específicos de sector tales como la estructura de salto de frecuencia, la estructura de señal piloto, la estructura de canal de control, el número de antenas de transmisión, etc. Los últimos tres símbolos OFDM con índices de 6, 7 y 8 se utilizan para señales piloto TDM 1, 2 y 3, respectivamente. Las señales piloto TDM pueden transportar información de sector/sistema y pueden utilizarse para la adquisición por parte de terminales que intentan acceder al sistema. En el

diseño mostrado en la FIG. 2, las señales piloto TDM se envían periódicamente en el preámbulo de cada supertrama, y cada señal piloto TDM se envía en un periodo de símbolo OFDM.

La FIG. 2 muestra una estructura de supertrama específica y una estructura de preámbulo específica para el enlace directo. En general, una supertrama puede tener cualquier duración de tiempo y puede incluir cualquier número de tramas y otros campos. Un preámbulo también puede tener cualquier duración de tiempo e incluir cualquier número de campos. Un preámbulo puede incluir cualquier número de señales piloto TDM, por ejemplo, dos, tres, cuatro o algún otro número de señales piloto TDM. Cada señal piloto TDM puede abarcar cualquier número de periodos de símbolo OFDM. Para una mayor claridad, la siguiente descripción supone que en el preámbulo se envían tres señales piloto TDM.

Las señales piloto TDM 1, 2 y 3 pueden diseñarse para facilitar la adquisición por parte de los terminales. Un terminal puede utilizar la señal piloto TDM 1 para detectar la presencia de un preámbulo y adquirir una temporización y una frecuencia aproximadas. El terminal puede utilizar las señales piloto TDM 1, 2 y/o 3 para obtener información de sector/sistema.

La FIG. 3 muestra un diseño de las señales piloto TDM 1, 2 y 3 en el dominio de frecuencia. En este diseño, la señal piloto TDM 1 se envía en cada N_1 subportadoras, la señal piloto TDM 2 se envía en cada N_2 subportadoras y la señal piloto TDM 3 se envía en cada N_3 subportadoras, donde N_1 , N_2 y N_3 pueden ser el valor entero uno o superior. Como un ejemplo, N_p puede ser igual a dos para la señal piloto TDM p , donde $p \in \{1, 2, 3\}$, y la señal piloto TDM p puede enviarse en $K/2$ subportadoras con índices pares o impares. Símbolos de cero con valores de señal de cero pueden enviarse en subportadoras no utilizadas para la señal piloto TDM. Para una señal piloto TDM dada, el envío de símbolos de señal piloto en cada N_p subportadoras en el dominio de frecuencia da como resultado N_p copias de la misma forma de onda de señal piloto TDM en el dominio de tiempo. Esta forma de onda contiene $L_p = K/N_p$ muestras y puede obtenerse llevando a cabo una transformada rápida de Fourier (FFT) de L_p puntos sobre L_p símbolos de señal piloto enviados en L_p subportadoras utilizadas para la señal piloto TDM.

En general, cada señal piloto TDM puede enviarse en todas las K subportadoras con $N_p = 1$ o en un subconjunto de las K subportadoras con $N_p > 1$. Las señales piloto TDM pueden enviarse con el mismo número de subportadoras o con diferentes números de subportadoras. Las señales piloto TDM también pueden enviarse en las mismas subportadoras o en subportadoras diferentes.

La información de sector/sistema puede enviarse en las señales piloto TDM. En general, la información de sector/sistema puede comprender cualquier tipo de información tal como información específica de sector, información de sistema, etc. La información específica de sector puede incluir un identificador (ID) de sector que identifica al sector que envía las señales piloto TDM, un índice de portadora preferida que indica una portadora preferida por el sector y utilizada para ayudar en el traspaso de los terminales, etc. La información de sistema puede incluir una bandera de modo que indica si el sistema está funcionando en un modo síncrono o en un modo asíncrono, la longitud de prefijo cíclico, la hora del sistema, etc. La información de sector/sistema puede utilizarse para recibir transmisiones de enlace directo enviadas por el sector y para comunicaciones con el sector. La información de sector/sistema puede incluir M bits, donde en general M puede ser cualquier valor entero y, en un diseño, $M = 12$.

En un aspecto, la información de sector/sistema se envía en las señales piloto TDM utilizando una estructura de señal piloto jerárquica. Para la estructura de señal piloto jerárquica, múltiples conjuntos de bits para la información de sector/sistema pueden enviarse en múltiples señales piloto TDM, y el conjunto de bits enviado en una señal piloto TDM dada puede incluir bits enviados en una o más señales piloto TDM anteriores. La estructura de señal piloto jerárquica puede reducir la complejidad de adquisición y mejorar el rendimiento de detección para los terminales permitiendo al mismo tiempo que se envíe un número relativamente elevado de bits para la información de sector/sistema. A continuación se describirán varios diseños de señales piloto jerárquicas.

La FIG. 4A muestra un diseño de una estructura de señal piloto jerárquica de 3 niveles 400. En este diseño, los M bits de la información de sector/sistema están divididos en M_1 bits menos significativos (LSB), en M_2 bits algo más significativos y en M_3 bits más significativos (MSB), donde $M = M_1 + M_2 + M_3$. En general, M , M_1 , M_2 y M_3 pueden ser cualquier valor entero. En un diseño, $M = 12$, $M_1 = 2$, $M_2 = 6$ y $M_3 = 4$. También pueden usarse otros valores para M , M_1 , M_2 y M_3 .

Los M_1 LSB de la información de sector/sistema pueden enviarse en la señal piloto TDM 1. Por ejemplo, los M_1 LSB pueden utilizarse como un valor semilla para un generador de números pseudoaleatorios (PN), y una secuencia PN del generador PN puede utilizarse para generar símbolos de señal piloto para la señal piloto TDM 1. Los $M_1 + M_2$ LSB de la información de sector/sistema pueden enviarse en la señal piloto TDM 2, por ejemplo, alimentando el generador PN con los $M_1 + M_2$ LSB y utilizando la secuencia PN resultante para generar símbolos de señal piloto para la señal piloto TDM 2. Todos los M bits de la información de sector/sistema pueden enviarse en la señal piloto TDM 3, por ejemplo, alimentando el generador PN con todos los M bits y utilizando la secuencia PN resultante para

generar símbolos de señal piloto para la señal piloto TDM 3. Por lo tanto, las señales piloto TDM 1, 2 y 3 pueden "aleatorizarse" mediante diferentes secuencias PN generadas con diferentes fragmentos de la información de sector/sistema, donde cada fragmento puede incluir parte de o toda la información de sector/sistema.

5 La señal piloto TDM 1 puede enviarse en cada N_1 subportadoras, tal y como se muestra en la FIG. 3. En este caso, N_1 copias de la misma forma de onda pueden enviarse para la señal piloto TDM 1. Un prefijo cíclico (CP) puede añadirse antes de la primera copia de forma de onda. La señal piloto TDM 2 puede enviarse en cada N_2 subportadoras. En este caso, N_2 copias de la misma forma de onda pueden enviarse para la señal piloto TDM 2. La señal piloto TDM 3 puede enviarse en cada N_3 subportadoras. En este caso, N_3 copias de la misma forma de onda pueden enviarse para la señal piloto TDM 3. Cada forma de onda puede ser una secuencia específica de muestras con valores complejos.

15 En un diseño con $M = 12$, la señal piloto TDM 1 puede aleatorizarse con $M_1 = 2$ bits de información y puede adoptar cuatro valores posibles, la señal piloto TDM 2 puede aleatorizarse con $M_1 + M_2 = 8$ bits de información y puede adoptar 256 valores posibles, y la señal piloto TDM 3 puede aleatorizarse con $M = 12$ bits de información y puede adoptar 4096 valores posibles. Un terminal puede procesar la señal piloto TDM 1 y detectar uno de los cuatro valores posibles para la señal piloto TDM 1. Después, el terminal puede procesar la señal piloto TDM 2 y detectar uno de los 64 valores posibles asociados con el valor detectado V_1 para la señal piloto TDM 1. Después, el terminal puede procesar la señal piloto TDM 3 y detectar uno de los 16 valores posibles asociados con los valores detectados V_1 y V_2 para las señales piloto TDM 1 y 2, respectivamente. Llevando a cabo la adquisición en tres fases, el terminal puede detectar uno de los 4096 valores posibles para la información de sector/sistema de 12 bits comprobando solamente 84 hipótesis, que incluyen 4 hipótesis para la señal piloto TDM 1, 64 hipótesis para la señal piloto TDM 2 y 16 hipótesis para la señal piloto TDM 3. La complejidad de la adquisición puede reducirse en gran medida con la estructura de señal piloto jerárquica.

25 La FIG. 4B muestra un diseño de una estructura de señal piloto jerárquica de 2 niveles 410. En este diseño, los M bits de la información de sector/sistema están divididos en M_a MSB y M_b LSB, donde $M = M_a + M_b$. En general, M_a y M_b pueden ser cualquier valor entero. La señal piloto TDM 1 puede enviarse sin ninguna información de sector/sistema y puede ser común para todos los sectores del sistema. Los M_a MSB de la información de sector/sistema pueden enviarse en la señal piloto TDM 2, por ejemplo, alimentando el generador PN con los M_a MSB y utilizando la secuencia PN resultante para generar símbolos de señal piloto para la señal piloto TDM 2. Todos los M bits de la información de sector/sistema pueden enviarse en la señal piloto TDM 3, por ejemplo, alimentando el generador PN con todos los M bits y utilizando la secuencia PN resultante para generar símbolos de señal piloto para la señal piloto TDM 3.

30 Un terminal puede procesar la señal piloto TDM 1 para una detección de preámbulo y una adquisición de temporización y frecuencia aproximadas. Después, el terminal puede procesar la señal piloto TDM 2 y detectar uno de los 2^{M_a} valores posibles para la señal piloto TDM 2. Después, el terminal puede procesar la señal piloto TDM 3 y detectar uno de los 2^{M_b} valores posibles asociados con el valor detectado V_a para la señal piloto TDM 2. Llevando a cabo la adquisición en dos fases, el terminal puede detectar uno de los $2^{M_a + M_b}$ valores posibles para la información de sector/sistema comprobando solamente $2^{M_a} + 2^{M_b}$ hipótesis.

40 En los diseños de señales pilotos jerárquicas mostrados en las FIG. 4A y 4B, cada señal piloto TDM que está embebida con información de sector/sistema transporta (i) todos los bits de información enviados en señales piloto TDM anteriores, si las hubiera, y (ii) bits de información adicionales no enviados en señales piloto TDM anteriores. En otro diseño, M_1 bits se envían en la señal piloto TDM 1, M_2 bits se envían en la señal piloto TDM 2 y todos los M bits se envían en la señal piloto TDM 3. En otro diseño adicional, M_1 bits se envían en la señal piloto TDM 1, M_1 y M_2 bits se envían en la señal piloto TDM 2, y M_2 y M_3 bits se envían en la señal piloto TDM 3. También son posibles otros diversos diseños de señales piloto jerárquicas. En general, para una señal piloto jerárquica, al menos un bit de la información de sector/sistema se envía en múltiples señales piloto TDM, y al menos una señal piloto TDM transporta al menos un bit enviado en una señal piloto TDM anterior.

50 Una señal piloto jerárquica puede mejorar el rendimiento de detección reduciendo la probabilidad de falsa alarma. Por ejemplo, en el diseño mostrado en la FIG. 4A, un sector de interferencia puede tener los mismos M_2 bits que un sector deseado, pero puede tener diferentes M_1 bits. En este caso, el sector de interferencia puede eliminarse porque los M_1 y M_2 bits se envían en la señal piloto TDM 2, y solamente el sector deseado se corresponde con los M_1 y M_2 bits, mientras que el sector de interferencia se corresponde con los M_2 bits pero no con los M_1 bits.

55 La información de sector/sistema también puede enviarse en una estructura de señal piloto no jerárquica. Para una estructura de señal piloto no jerárquica, cada bit de la información de sector/sistema se envía solamente en una señal piloto TDM. Por tanto, las señales piloto TDM transportan conjuntos no solapados de bits para la información de sector/sistema.

La FIG. 4C muestra un diseño de una estructura de señal piloto no jerárquica de 3 niveles 420. En este diseño, los

M_1 LSB de la información de sector/sistema pueden enviarse en la señal piloto TDM 1. Los M_2 bits algo más significativos de la información de sector/sistema pueden enviarse en la señal piloto TDM 2. Los M_3 MSB de la información de sector/sistema pueden enviarse en la señal piloto TDM 3.

5 Las FIG. 4A, 4B y 4C muestran algunos diseños de ejemplo de estructuras de señales piloto jerárquicas y no jerárquicas. También pueden definirse otras diversas estructuras de señales piloto. En general, una estructura de señal piloto puede incluir cualquier número de niveles, y cualquier conjunto de bits para la información de sector/sistema puede enviarse en cada señal piloto TDM.

10 En los diseños descritos anteriormente, algunos o todos los bits de la información de sector/sistema pueden utilizarse para generar una secuencia PN, la cual puede utilizarse después para generar símbolos de señal piloto para una señal piloto TDM. La información de sector/sistema también puede enviarse en las señales piloto TDM de otras maneras. En general, puede ser deseable enviar la información de sector/sistema de tal manera que las señales piloto TDM para cada sector parezcan aleatorias para los otros sectores. Esto puede aleatorizar la interferencia entre sectores, lo que puede mejorar el rendimiento de detección.

15 La FIG. 5 muestra un diagrama de bloques de un diseño de una estación base 110 y de un terminal 120, que pueden ser uno/a de las estaciones base y de los terminales de la FIG. 1. Por simplicidad, en la FIG. 5 solo se muestran unidades de procesamiento para transmisiones en el enlace directo. También por simplicidad, tanto la estación base 110 como el terminal 120 están equipados con una única antena.

20 En la estación base 110, un procesador de señales piloto TX 510 genera símbolos de señal piloto para señales piloto TDM en función de la información de sector/sistema. Tal y como se utiliza en este documento, un símbolo de señal piloto es un símbolo para una señal piloto, un símbolo de datos es un símbolo para datos, un símbolo de cero es un símbolo con un valor de señal de cero, y un símbolo es normalmente un valor complejo. Los símbolos de datos y símbolos de señal piloto pueden ser símbolos de modulación de esquemas de modulación tales como PSK, QAM, etc. La señal piloto es normalmente datos que un transmisor y un receptor conocen a priori. Sin embargo, los símbolos de señal piloto pueden embeberse con información de sector/sistema que un receptor no conoce a priori.

25 Un procesador de datos TX 520 recibe datos de tráfico y datos de señalización, procesa los datos recibidos y proporciona símbolos de datos. Un modulador (MOD) 522 lleva a cabo una modulación sobre los símbolos de datos y símbolos de señal piloto (por ejemplo, para OFDM) y proporciona muestras de salida. Un transmisor (TMTR) 524 procesa (por ejemplo, convierte a analógico, amplifica, filtra y convierte de manera ascendente) las muestras de salida y genera una señal de enlace directo, la cual se transmite a través de una antena 526.

30 En el terminal 120, una antena 552 recibe la señal de enlace directo procedente de la estación base 110 y proporciona una señal recibida a un receptor (RCVR) 554. El receptor 554 procesa (por ejemplo, filtra, amplifica, convierte de manera descendente y digitaliza) la señal recibida y proporciona muestras recibidas. Un procesador de adquisición 560 lleva a cabo una adquisición en función de las señales piloto TDM y proporciona información de temporización, frecuencia y de sector/sistema. Un desmodulador (DEMOD) 570 lleva a cabo una desmodulación sobre las muestras recibidas (por ejemplo, para OFDM) para obtener estimaciones de símbolos de datos. Un procesador de datos de recepción (RX) 572 procesa las estimaciones de símbolos de datos de una manera complementaria al procesamiento llevado a cabo por el procesador de datos TX 520 y proporciona datos descodificados.

40 Controladores 530 y 580 dirigen el funcionamiento de la estación base 110 y del terminal 120, respectivamente. Memorias 532 y 582 almacenan códigos y datos de programa para la estación base 110 y el terminal 120, respectivamente.

45 La FIG. 6 muestra un diagrama de bloques de un diseño del procesador de señales piloto TX 510 y del modulador 522 de la estación base 110 de la FIG. 5. Dentro del procesador 510, una unidad 612 recibe la información de sector/sistema para un sector y un índice de señal piloto TDM que indica si está enviándose la señal piloto TDM 1, 2 ó 3. En un diseño, la unidad 612 proporciona directamente la información de sector/sistema. En este diseño, las señales piloto TDM son estáticas y no cambian de supertrama a supertrama. En otro diseño, la unidad 612 modifica la información de sector/sistema en función de la hora del sistema, por ejemplo un índice de supertrama. En este diseño, las señales piloto TDM cambian de supertrama a supertrama, lo que puede aleatorizar las interferencias debido a las señales piloto TDM. Para este diseño, un terminal en un sector dado y puede observar interferencias aleatorizadas debido a las señales piloto TDM de otros sectores. Esto puede permitir al terminal llevar a cabo una correlación para las señales piloto TDM del sector y a través de más de una supertrama con el fin de detectar un preámbulo débil del sector y.

50 En cualquier caso, la unidad 612 proporciona M_p bits de la información de sector/sistema para la señal piloto TDM p , donde $p \in \{1, 2, 3\}$ y $0 \leq M_p \leq M$. En el diseño mostrado en la FIG. 4A, la unidad 612 proporciona M_1 LSB de la información de sector/sistema para la señal piloto TDM 1, $M_1 + M_2$ LSB de la información de sector/sistema para la señal piloto TDM 2, y todos los M bits de la información de sector/sistema para la señal piloto TDM 3. Para el diseño

mostrado en la FIG. 4B, la unidad 612 proporciona bits de valor cero para la señal piloto TDM 1, M_a MSB de la información de sector/sistema para la señal piloto TDM 2, y todos los M bits de la información de sector/sistema para la señal piloto TDM 3. La unidad 612 puede proporcionar otros conjuntos de bits de información para las señales piloto TDM en otros diseños.

- 5 Un generador PN 614 genera una secuencia PN para la señal piloto TDM p en función de los M_p bits de información recibidos desde la unidad 612. Un aleatorizador 616 genera símbolos de señal piloto para la señal piloto TDM p en función de la secuencia PN recibida desde el generador PN 614. El aleatorizador 616 puede formar grupos de B bits en función de los bits de la secuencia PN, correlacionar cada grupo de B bits con un símbolo de modulación en un esquema de modulación y proporcionar los símbolos de modulación para los grupos de B bits como los símbolos de señal piloto para la señal piloto TDM p . B puede ser igual a 1 para BPSK, 2 para QPSK, etc. El aleatorizador 616 también puede aleatorizar símbolos de modulación conocidos con la secuencia PN para generar los símbolos de señal piloto. Un correlacionador de símbolo con subportadora 618 correlaciona los símbolos de señal piloto para la señal piloto TDM p con las subportadoras utilizadas para la señal piloto TDM p , correlaciona símbolos de cero con las subportadoras restantes y proporciona K símbolos de salida para las K subportadoras totales al modulador 522.
- 15 Dentro del modulador 522, un multiplexor Mux 622 recibe los símbolos de salida del procesador de señales piloto TX 510 y del procesador de datos TX 520, proporciona los símbolos de salida del procesador 510 durante intervalos de señal piloto TDM y proporciona los símbolos de salida del procesador 520 durante otros intervalos. En cada periodo de símbolo OFDM, una unidad IFFT 624 lleva a cabo una IFFT de K puntos sobre K símbolos de salida para las K subportadoras totales para obtener K muestras de dominio de tiempo. Las K muestras pueden incluir múltiples copias de una forma de onda si los símbolos de señal piloto se correlacionan con subportadoras separadas de manera uniforme, por ejemplo tal y como se muestra en las FIG. 3, 4A, 4B y 4C. Una unidad 626 añade un prefijo cíclico a las K muestras copiando las últimas C muestras y añadiendo estas C muestras copiadas delante de las K muestras, donde C es la longitud de prefijo cíclico.
- 20 El terminal 120 puede llevar a cabo la adquisición en función de las señales piloto TDM de varias maneras. Las muestras recibidas desde el receptor 554 pueden expresarse como:

$$r_i = x_i + n_i , \quad \text{Ec (1)}$$

donde x_i es una muestra enviada por la estación base 110 en un periodo de muestra i ,

r_i es una muestra recibida por el terminal 120 en un periodo de muestra i , y

n_i es el ruido en el periodo de muestra i .

- 30 Múltiples copias de la misma forma de onda pueden enviarse para la señal piloto TDM 1, por ejemplo tal y como se muestra en las FIG. 4A y 4B. En este caso, el terminal 110 puede llevar a cabo una correlación retardada para detectar la señal piloto TDM1 de la siguiente manera:

$$C_i = \left| \sum_{j=0}^{L_1-1} r_{i-j-L_1} \cdot r_{i-j}^* \right|^2 , \quad \text{Ec (2)}$$

donde C_i es un resultado de correlación retardada para un periodo de muestra i ,

- 35 L_1 es la longitud de la forma de onda para la señal piloto TDM 1, y

“*” denota un conjugado complejo.

- La correlación retardada de la ecuación (2) elimina el efecto del canal inalámbrico sin requerir una estimación de canal y, además, combina de manera coherente la energía recibida a través de la longitud de la forma de onda para la señal piloto TDM 1. Puede llevarse a cabo una correlación retardada deslizante para obtener un resultado de correlación retardada C_i para cada periodo de muestra i . C_i puede compararse con un umbral C_{th} para detectar la señal piloto TDM 1. Por ejemplo, la señal piloto TDM 1 puede declararse si C_i supera a C_{th} y permanece por encima de C_{th} para un porcentaje predeterminado de L_1 . El periodo de muestra que da como resultado el valor más elevado de C_i puede proporcionarse como una temporización aproximada, la cual es una indicación de la posición de la señal piloto TDM 1.

- 45 Una estimación de error de frecuencia aproximada Δf puede obtenerse de la siguiente manera:

$$\Delta f = \frac{1}{2\pi \cdot L_1 \cdot T_{\text{muestra}}} \cdot \arctan \left[\sum_{j=0}^{L_1-1} r_{i-j-L_1} \cdot r_{i-j}^* \right], \quad \text{Ec (3)}$$

donde T_{muestra} es un periodo de muestra. La cantidad $r_{i-j-L_1} \cdot r_{i-j}^*$ proporciona el cambio de fase de la muestra r_{i-j-L_1} a la muestra r_{i-j} , la cual es L_1 periodos de muestra posterior. La suma de la ecuación (3) proporciona el cambio de fase promedio a través de L_1 periodos de muestra. La división por $2\pi \cdot L_1 \cdot T_{\text{muestra}}$ proporciona una estimación de error de frecuencia por muestra en unidades de radianes.

La estimación de error de frecuencia Δf puede utilizarse para ajustar la frecuencia de una señal de oscilador local (LO) utilizada para una conversión descendente de frecuencia mediante el receptor 554. Las muestras recibidas desde el receptor 554 también pueden rotarse mediante Δf para eliminar el error de frecuencia. El error de frecuencia también puede eliminarse de otras maneras.

Después de adquirir una temporización aproximada, la primera señal piloto TDM que transporta información de sector/sistema puede capturarse para obtener al menos una copia de la forma de onda para esa señal piloto TDM. Esta primera señal piloto TDM es la señal piloto TDM 1 del diseño mostrado en la FIG. 4A y es la señal piloto TDM 2 para el diseño mostrado en la FIG. 4B. La señal piloto TDM que está detectándose se denomina como la señal piloto TDM p en la siguiente descripción, donde $p \in \{1, 2, 3\}$. La señal piloto TDM p contiene N_p copias de la misma forma de onda, y la forma de onda contiene L_p muestras. Hasta N_p copias de la forma de onda pueden capturarse y procesarse para detectar los bits de información enviados en la señal piloto TDM p . Por ejemplo, si la señal piloto TDM p contiene dos copias de la forma de onda, entonces la señal piloto TDM p puede muestrearse aproximadamente durante 1/4 de periodo de símbolo OFDM desde el límite de símbolo OFDM detectado y durante 1/2 de periodo de símbolo OFDM para obtener $K/2$ muestras capturadas para una copia completa de la forma de onda. Por simplicidad, la siguiente descripción supone que se captura y se procesa una copia de la forma de onda para la señal piloto TDM p .

Una estimación de ruido σ^2 puede obtenerse en función de las L_p muestras capturadas para la señal piloto TDM p de la siguiente manera:

$$\sigma^2 = \frac{1}{L_p} \cdot \sum_j^{L_p} |r_j|^2, \quad \text{Ec (4)}$$

donde r_j es la j -ésima muestra capturada para la señal piloto TDM p .

M_p bits de información de sector/sistema pueden enviarse en la señal piloto TDM p . Para determinar el valor de los M_p bits enviados en la señal piloto TDM p , puede calcularse una métrica de decisión para cada uno de los posibles valores que pueden haberse enviado en la señal piloto TDM p . El valor con la mejor métrica de decisión puede declararse como el valor enviado en la señal piloto TDM p . La detección del valor transmitido puede llevarse a cabo de varias maneras.

En un diseño, las L_p muestras capturadas pueden transformarse al dominio de frecuencia con una FFT para obtener L_p símbolos recibidos. Para cada hipótesis correspondiente a un valor m diferente que se supone que se ha enviado en la señal piloto TDM p , donde $0 \leq m < 2^{M_p}$ para la primera señal piloto TDM que está detectándose, puede generarse una secuencia PN para el valor hipotético m . Los L_p símbolos recibidos pueden desaleatorizarse con la secuencia PN, y los L_p símbolos desaleatorizados pueden transformarse al dominio de tiempo con una IFFT para obtener L_p muestras desaleatorizadas. Una métrica de detección E_m puede calcularse para el valor hipotético m de la siguiente manera:

$$E_m = \sum_j^{L_p} \left| |c_{j,m}|^2 - \eta \cdot \sigma^2 \right|, \quad 0 \quad \text{Ec (5)}$$

$$E_m = \sum_{\{j, |c_{j,m}|^2 > \eta \sigma^2\}}^{L_p} |c_{j,m}|^2 ,$$

donde $c_{j,m}$ es la j -ésima muestra desaleatorizada para el valor hipotético m , y

η es un factor predeterminado.

Una métrica de detección puede calcularse para cada uno de los 2^{M_p} valores posibles que pueden haberse enviado en la señal piloto TDM p . Las 2^{M_p} métricas de detección pueden denotarse como E_m , para $m = 0, 1, \dots, 2^{M_p} - 1$. El valor hipotético con la mayor métrica de detección puede declararse como un valor detectado V_p , el cual es el valor que se considera que se ha enviado para los M_p bits transportados en la señal piloto TDM p .

La detección descrita anteriormente puede repetirse para cada señal piloto TDM posterior que transporte parte de o toda la información de sector/sistema. Para cada señal piloto TDM, los valores detectados a partir de todas las señales piloto TDM detectadas anteriormente pueden utilizarse para formar todos los posibles valores para los bits enviados en esa señal piloto TDM.

Para el diseño mostrado en la FIG. 4A, el valor detectado V_1 para los M_1 bits de información enviados en la señal piloto TDM 1 puede utilizarse para formar 2^{M_2} valores posibles de $(M_1 + M_2)$ bits que pueden haberse enviado en la señal piloto TDM 2. Cada posible valor para la señal piloto TDM 2 está compuesto por el valor detectado V_1 para la señal piloto TDM 1 y por un valor hipotético m para los M_2 nuevos bits enviados en la señal piloto TDM 2, donde $0 \leq m < 2^{M_2}$. Asimismo, el valor detectado V_1 para los M_1 bits de información enviados en la señal piloto TDM 1 y el valor detectado V_2 para los M_2 bits de información enviados en la señal piloto TDM 2 pueden utilizarse para formar 2^{M_3} valores posibles de M bits que pueden haberse enviado en la señal piloto TDM 3. Cada posible valor para la señal piloto TDM 3 está compuesto por el valor detectado V_1 para la señal piloto TDM 1, por el valor detectado V_2 para la señal piloto TDM 2 y por un valor hipotético m para los M_3 nuevos bits enviados en la señal piloto TDM 3, donde $0 \leq m < 2^{M_3}$.

Para el diseño mostrado en la FIG. 4B, el valor detectado V_a para los M_a bits de información enviados en la señal piloto TDM 2 puede utilizarse para formar 2^{M_b} valores posibles de M bits que pueden haberse enviado en la señal piloto TDM 3. Cada posible valor para la señal piloto TDM 3 está compuesto por el valor detectado V_a para la señal piloto TDM 2 y por un valor hipotético m para los M_b nuevos bits enviados en la señal piloto TDM 3, donde $0 \leq m < 2^{M_b}$.

Para cada señal piloto TDM p , pueden calcularse métricas de detección para todos los posibles valores para la señal piloto TDM p , por ejemplo tal y como se muestra en las ecuaciones (4) y (5). El valor hipotético con la mayor métrica de detección puede declararse como el valor detectado para la señal piloto TDM p .

La FIG. 7 muestra un diagrama de bloques de un diseño del procesador de adquisición 560 del terminal 120 de la FIG. 5. Dentro del procesador 560, un correlador retardado 712 obtiene las muestras recibidas desde el receptor 554 y lleva a cabo una correlación retardada deslizante, por ejemplo tal y como se muestra en la ecuación (2). Un detector de señales piloto TDM 714 recibe los resultados de correlación C_i desde el correlador retardado 712 y detecta la señal piloto TDM 1. Después de detectar la señal piloto TDM 1, el detector 714 determina una estimación de error aproximada de temporización y frecuencia Δf en función de las muestras recibidas que dan como resultado la detección de la señal piloto TDM 1.

Un rotador 722 hace rotar las muestras recibidas en función de la estimación de error de frecuencia Δf y proporciona muestras rotadas sin el error de frecuencia. Para cada señal piloto TDM que transporta información de sector/sistema, una unidad 724 puede capturar muestras para una o más copias de la forma de onda para esa señal piloto TDM, en función de la temporización aproximada del detector 714. Una unidad 726 obtiene una estimación de ruido para las muestras capturadas, por ejemplo tal y como se muestra en la ecuación (4). Una unidad FFT 728 lleva a cabo una FFT sobre las muestras capturadas y proporciona símbolos recibidos. Un generador PN 730 genera una secuencia PN para cada posible valor que puede haberse enviado en la señal piloto TDM que está detectándose. Las secuencias PN para la señal piloto TDM que está detectándose actualmente pueden depender de los valores detectados para señales piloto TDM detectadas anteriormente, si las hubiera. Para cada valor hipotético m , un desaleatorizador 732 desaleatoriza los símbolos recibidos con la secuencia PN correspondiente y proporciona símbolos desaleatorizados. El desaleatorizador 732 elimina esencialmente la modulación de los símbolos recibidos con la secuencia PN. Los símbolos desaleatorizados contienen principalmente ruido si la secuencia PN generada localmente no es la secuencia PN enviada en la señal piloto TDM que está detectándose. Una unidad IFFT 734 lleva a cabo una IFFT sobre los símbolos desaleatorizados y proporciona muestras desaleatorizadas $c_{j,m}$.

- Una unidad 736 calcula la métrica de detección E_m para cada valor hipotético m en función de las muestras desaleatorizadas y la estimación de ruido, por ejemplo, tal y como se muestra en la ecuación (5). Un detector 738 recibe las métricas de detección E_m para todos los posibles valores que pueden haberse enviado en la señal piloto TDM que está detectándose. El detector 738 identifica el valor hipotético con la mayor métrica de detección y proporciona este valor como el valor detectado V_p para la señal piloto TDM que está detectándose. El generador PN 730 puede recibir el valor detectado V_p desde el detector 738 y utilizar este valor para generar secuencias PN para la siguiente señal piloto TDM que va a detectarse. Después de que se hayan detectado todas las señales piloto TDM, el detector 738 proporciona el valor detectado final como la información de sector/sistema recuperada.
- La FIG. 7 muestra un diseño para detectar señales piloto TDM. En otro diseño, las muestras capturadas para una señal piloto TDM dada se correlacionan con cada posible forma de onda que puede haberse enviado para esa señal piloto TDM. Pueden generarse diferentes formas de onda posibles en función de diferentes valores hipotéticos para la señal piloto TDM. El valor hipotético con el mayor resultado de correlación puede proporcionarse como el valor detectado para la señal piloto TDM. La detección de las señales piloto TDM también puede llevarse a cabo de otras maneras.
- Después de detectar todas las señales piloto TDM, una o más señales piloto TDM pueden utilizarse para obtener una estimación de error precisa de temporización y/o de frecuencia. Los símbolos OFDM pueden recibirse y procesarse en función de la estimación de error precisa de temporización y/o de frecuencia.
- La FIG. 8 muestra un diseño de un proceso 800 llevado a cabo por una estación base para enviar señales piloto TDM. Una pluralidad de señales piloto puede generarse en función de diferentes conjuntos de bits para la información que está enviándose en la pluralidad de señales piloto, incluyendo cada conjunto algunos o todos los bits de la información que está enviándose (bloque 812). La información que está enviándose puede comprender información específica de sector, información de sistema, etc. La pluralidad de señales piloto puede enviarse en orden secuencial en una pluralidad de intervalos de tiempo (bloque 814).
- Para una estructura de señal piloto jerárquica, la pluralidad de señales piloto puede transportar conjuntos solapados de bits, por ejemplo tal y como se muestra en las FIG. 4A y 4B. El conjunto de bits enviado en cada señal piloto puede comprender bits enviados en señales piloto transmitidas anteriormente, si las hubiera, y bits adicionales no enviados todavía. Para una estructura de señal piloto jerárquica de 2 niveles, una primera señal piloto puede generarse en función de algunos de los bits para la información, y una segunda señal piloto puede generarse en función de todos los bits para la información. Para una estructura de señal piloto jerárquica de 3 niveles, una primera señal piloto puede generarse en función de un primer conjunto de bits, una segunda señal piloto puede generarse en función de un segundo conjunto de bits, que puede comprender el primer conjunto, y una tercera señal piloto puede generarse en función de todos los bits para la información. Para una estructura de señal piloto no jerárquica, la pluralidad de señales piloto puede transportar conjuntos no solapados de bits para la información, por ejemplo tal y como se muestra en la FIG. 4C.
- Para cada señal piloto, una secuencia PN puede generarse en función del conjunto de bits que está enviándose en la señal piloto. Los símbolos de señal piloto pueden generarse en función de la secuencia PN y correlacionarse con subportadoras utilizadas para la señal piloto. Los símbolos de señal piloto correlacionados pueden transformarse para obtener una secuencia de muestras para la señal piloto. Una señal piloto dada puede comprender una o múltiples copias de una forma de onda.
- La FIG. 9 muestra un diseño de un aparato 900 para enviar señales piloto TDM. El aparato 900 incluye medios para generar una pluralidad de señales piloto en función de diferentes conjuntos de bits para la información que está enviándose en la pluralidad de señales piloto, incluyendo cada conjunto algunos o todos los bits de la información que está enviándose (módulo 912), y medios para enviar la pluralidad de señales piloto en orden secuencial en una pluralidad de intervalos de tiempo (módulo 914).
- La FIG. 10 muestra un diseño de un proceso 1000 llevado a cabo por un terminal para recibir señales piloto TDM. Una pluralidad de señales piloto puede recibirse en una pluralidad de intervalos de tiempo (bloque 1012). La pluralidad de señales piloto puede transportar diferentes conjuntos de bits para la información enviada en las señales piloto, incluyendo cada conjunto algunos o todos los bits de la información. La detección puede llevarse a cabo para recuperar un conjunto de bits enviado en cada una de la pluralidad de señales piloto (bloque 1014).
- Para una estructura de señal piloto jerárquica, la detección de cada señal piloto puede llevarse a cabo en función de valores detectados para señales piloto detectadas anteriormente, si las hubiera, para obtener un valor detectado para el conjunto de bits enviado en la señal piloto que está detectándose. Para una estructura de señal piloto jerárquica de 2 niveles, la detección de una primera señal piloto puede llevarse a cabo para obtener un primer valor detectado para un primer conjunto de bits enviado en la primera señal piloto. La detección de una segunda señal piloto puede llevarse a cabo en función del primer valor detectado para obtener un segundo valor detectado para todos los bits de la información. Para una estructura de señal piloto jerárquica de 3 niveles, la detección de una

primera señal piloto puede llevarse a cabo para obtener un primer valor detectado para un primer conjunto de bits enviado en la primera señal piloto. La detección de una segunda señal piloto puede llevarse a cabo en función del primer valor detectado para obtener un segundo valor detectado para un segundo conjunto de bits enviado en la segunda señal piloto, donde el segundo conjunto puede comprender el primer conjunto. La detección de una tercera señal piloto puede llevarse a cabo en función del primer y del segundo valor detectado para obtener un tercer valor detectado para todos los bits de información. Para una estructura de señal piloto no jerárquica, la detección puede llevarse a cabo de manera independiente para cada señal piloto para obtener un valor detectado para el conjunto de bits enviado en esa señal piloto.

Para cada señal piloto, una métrica de detección puede determinarse para cada uno de una pluralidad de valores hipotéticos para esa señal piloto. El valor hipotético asociado con la mayor métrica de detección puede proporcionarse como un valor detectado para el conjunto de bits enviado en la señal piloto. Cada valor hipotético para la señal piloto que está detectándose puede comprender (i) una primera parte para los valores detectados para señales piloto detectadas anteriormente, si las hubiera, y (ii) una segunda parte para un valor no conocido para bits adicionales enviados en la señal piloto que está detectándose.

En un diseño, una estimación de ruido puede obtenerse en función de muestras capturadas para la señal piloto que está detectándose. Una pluralidad de secuencias PN puede generarse para una pluralidad de valores hipotéticos para la señal piloto. Las muestras capturadas pueden desaleatorizarse en función de la pluralidad de secuencias PN (por ejemplo, en el dominio de tiempo o en el dominio de frecuencia) para obtener una pluralidad de secuencias de muestras desaleatorizadas. Para una desaleatorización en el dominio de frecuencia, las muestras capturadas pueden transformarse al dominio de frecuencia para obtener símbolos recibidos. La modulación en los símbolos recibidos puede eliminarse en función de la secuencia PN para cada valor hipotético para obtener símbolos desaleatorizados para ese valor hipotético. Los símbolos desaleatorizados para cada valor hipotético pueden transformarse al dominio de tiempo para obtener una secuencia de muestras desaleatorizadas para ese valor hipotético. Una pluralidad de métricas de detección puede obtenerse para la pluralidad de valores hipotéticos en función de la pluralidad de secuencias de muestras desaleatorizadas y la estimación de ruido. Por ejemplo, la energía de cada muestra desaleatorizada puede calcularse. La métrica de detección para cada valor hipotético puede calcularse después en función de las energías para la secuencia de muestras desaleatorizadas y la estimación de ruido, por ejemplo tal y como se muestra en la ecuación (5).

La FIG. 11 muestra un diseño de un aparato 1100 para recibir señales piloto TDM. El aparato 1100 incluye medios para recibir una pluralidad de señales piloto en una pluralidad de intervalos de tiempo, transportando la pluralidad de señales piloto diferentes conjuntos de bits para la información enviada en las señales piloto, e incluyendo cada conjunto algunos o todos los bits de la información (módulo 1112), y medios para llevar a cabo una detección para recuperar un conjunto de bits enviado en cada una de la pluralidad de las señales piloto (módulo 1114).

Los módulos 912 y 914 de la FIG. 9 y los módulos 1112 y 1114 de la FIG. 11 pueden comprender procesadores, dispositivos electrónicos, dispositivos de hardware, componentes electrónicos, circuitos lógicos, memorias, etc., o cualquier combinación de los mismos.

Las técnicas descritas en este documento pueden implementarse de varias maneras. Por ejemplo, las técnicas pueden implementarse en hardware, firmware, software o en una combinación de los mismos. Para una implementación en hardware, las unidades de procesamiento en una entidad dada (por ejemplo, una estación base o un terminal) pueden implementarse en uno o más circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), procesadores de señales digitales (DSP), dispositivos de procesamiento de señales digitales (DSPD), dispositivos de lógica programable (PLD), matrices de puertas programables de campo (FPGA), procesadores, controladores, microcontroladores, microprocesadores, dispositivos electrónicos, otras unidades electrónicas diseñadas para llevar a cabo las funciones descritas en este documento, un ordenador o una combinación de los mismos.

Para una implementación en firmware y/o en software, las técnicas pueden implementarse con módulos (por ejemplo, procedimientos, funciones, etc.) que lleven a cabo las funciones descritas en este documento. Las instrucciones de firmware y/o de software pueden almacenarse en una memoria (por ejemplo, la memoria 532 ó 582 de la FIG. 5) y ejecutarse por un procesador (por ejemplo, el procesador 530 ó 580). La memoria puede implementarse dentro del procesador o ser externa al procesador. Las instrucciones de firmware y/o de software también pueden almacenarse en otro medio legible por procesador tal como una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM), una memoria de acceso aleatorio no volátil (NVRAM), una memoria de sola lectura programable (PROM), una PROM eléctricamente borrable (EEPROM), una memoria FLASH, un disco compacto (CD), un dispositivo de almacenamiento de datos magnético u óptico, etc.

La descripción anterior de la invención se proporciona para permitir que cualquier experto en la técnica realice o utilice la invención. Varias modificaciones de la invención resultarán fácilmente evidentes a los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en este documento pueden aplicarse a otras variaciones sin apartarse del alcance de la invención. Por lo tanto, la invención no pretende limitarse a los ejemplos y diseños descritos en

este documento sino que debe concedérsele el alcance más amplio compatible con los principios y características novedosas dados a conocer en este documento.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para soportar adquisición en un sistema de comunicaciones inalámbricas, que comprende:
generar (812) una pluralidad de señales piloto, lo que comprende:
generar una primera señal piloto en función de un primer conjunto de bits de información a enviar,
5 generar una segunda señal piloto en función de un segundo conjunto de bits de la información, comprendiendo el segundo conjunto de bits el primer conjunto de bits, y
generar una tercera señal piloto en función de todos los bits de la información; y
enviar (814) la pluralidad de señales piloto en una pluralidad de intervalos de tiempo.
- 10 2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la información a enviar comprende una identidad de célula.
3. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que generar la pluralidad de señales piloto comprende:
generar una secuencia de números pseudoaleatorios (PN) para cada señal piloto en función del conjunto de bits a enviar en la señal piloto, y
generar cada señal piloto en función de la secuencia PN para la señal piloto.
- 15 4. Un aparato para soportar adquisición en un sistema de comunicaciones inalámbricas, que comprende:
medios (912) para generar una pluralidad de señales piloto, que comprenden:
medios para generar una primera señal piloto en función de un primer conjunto de bits de información a enviar,
20 medios para generar una segunda señal piloto en función de un segundo conjunto de bits de la información, comprendiendo el segundo conjunto de bits el primer conjunto de bits, y
medios para generar una tercera señal piloto en función de todos los bits de la información; y
medios (914) para enviar la pluralidad de señales piloto en una pluralidad de intervalos de tiempo.
5. El aparato según la reivindicación 4, en el que la información a enviar comprende una identidad de célula.
- 25 6. El aparato según la reivindicación 4, en el que los medios para generar la pluralidad de señales piloto comprenden:
medios para generar una secuencia de números pseudoaleatorios (PN) para cada señal piloto en función del conjunto de bits a enviar en la señal piloto, y
medios para generar cada señal piloto en función de la secuencia PN para la señal piloto.
- 30 7. Un medio legible por procesador que incluye instrucciones almacenadas en el mismo, que comprende:
un primer conjunto de instrucciones para generar una pluralidad de señales piloto, que comprende:
un segundo conjunto de instrucciones para generar una primera señal piloto en función de un primer conjunto de bits de información a enviar,
un tercer conjunto de instrucciones para generar una segunda señal piloto en función de un segundo conjunto de bits de la información, comprendiendo el segundo conjunto de bits el primer conjunto de bits, y
35 un cuarto conjunto de instrucciones para generar una tercera señal piloto en función de todos los bits de la información; y
un quinto conjunto de instrucciones para enviar la pluralidad de señales piloto en una pluralidad de intervalos de tiempo.
- 40 8. El medio legible por procesador según la reivindicación 7, en el que la información a enviar comprende una identidad de célula.
9. Un procedimiento para llevar a cabo una adquisición en un sistema de comunicaciones inalámbricas, que

comprende:

recibir (1012) una primera, una segunda y una tercera señal piloto en un primer, en un segundo y un tercer intervalo de tiempo, respectivamente, generándose la primera, la segunda y la tercera señal piloto en función de tres conjuntos de bits de información enviada en las señales piloto, incluyendo cada conjunto algunos o todos los bits de la información;

5

detectar la primera señal piloto para obtener un primer conjunto de bits enviado en la primera señal piloto;

detectar la segunda señal piloto para obtener un segundo conjunto de bits enviado en la segunda señal piloto, comprendiendo el segundo conjunto de bits el primer conjunto de bits; y

detectar la tercera señal piloto si se detectan la primera y la segunda señal piloto.

10

10. El procedimiento según la reivindicación 9, que comprende además:

obtener una identidad de célula en función de al menos el primer y el segundo conjunto de bits.

11. Un aparato para llevar a cabo una adquisición en un sistema de comunicaciones inalámbricas, que comprende:

15

medios (1012) para recibir una primera, una segunda y una tercera señal piloto en un primer, en un segundo y un tercer intervalo de tiempo, respectivamente, generándose la primera, la segunda y la tercera señal piloto en función de tres conjuntos de bits de información enviada en las señales piloto, incluyendo cada conjunto algunos o todos los bits de la información;

medios para detectar la primera señal piloto para obtener un primer conjunto de bits enviado en la primera señal piloto;

20

medios para detectar la segunda señal piloto para obtener un segundo conjunto de bits enviado en la segunda señal piloto, comprendiendo el segundo conjunto de bits el primer conjunto de bits; y

medios (1014) para detectar la tercera señal piloto si se detectan la primera y la segunda señal piloto.

12. Un medio legible por procesador que incluye instrucciones almacenadas en el mismo, que comprende:

25

un primer conjunto de instrucciones para recibir una primera, una segunda y una tercera señal piloto en un primer, en un segundo y un tercer intervalo de tiempo, respectivamente, generándose la primera, la segunda y la tercera señal piloto en función de tres conjuntos de bits de información enviada en las señales piloto, incluyendo cada conjunto algunos o todos los bits de la información;

un segundo conjunto de instrucciones para detectar la primera señal piloto para obtener un primer conjunto de bits enviado en la primera señal piloto;

30

un tercer conjunto de instrucciones para detectar la segunda señal piloto para obtener un segundo conjunto de bits enviado en la segunda señal piloto, comprendiendo el segundo conjunto de bits el primer conjunto de bits; y

un cuarto conjunto de instrucciones para detectar la tercera señal piloto si se detectan la primera y la segunda señal piloto.

35

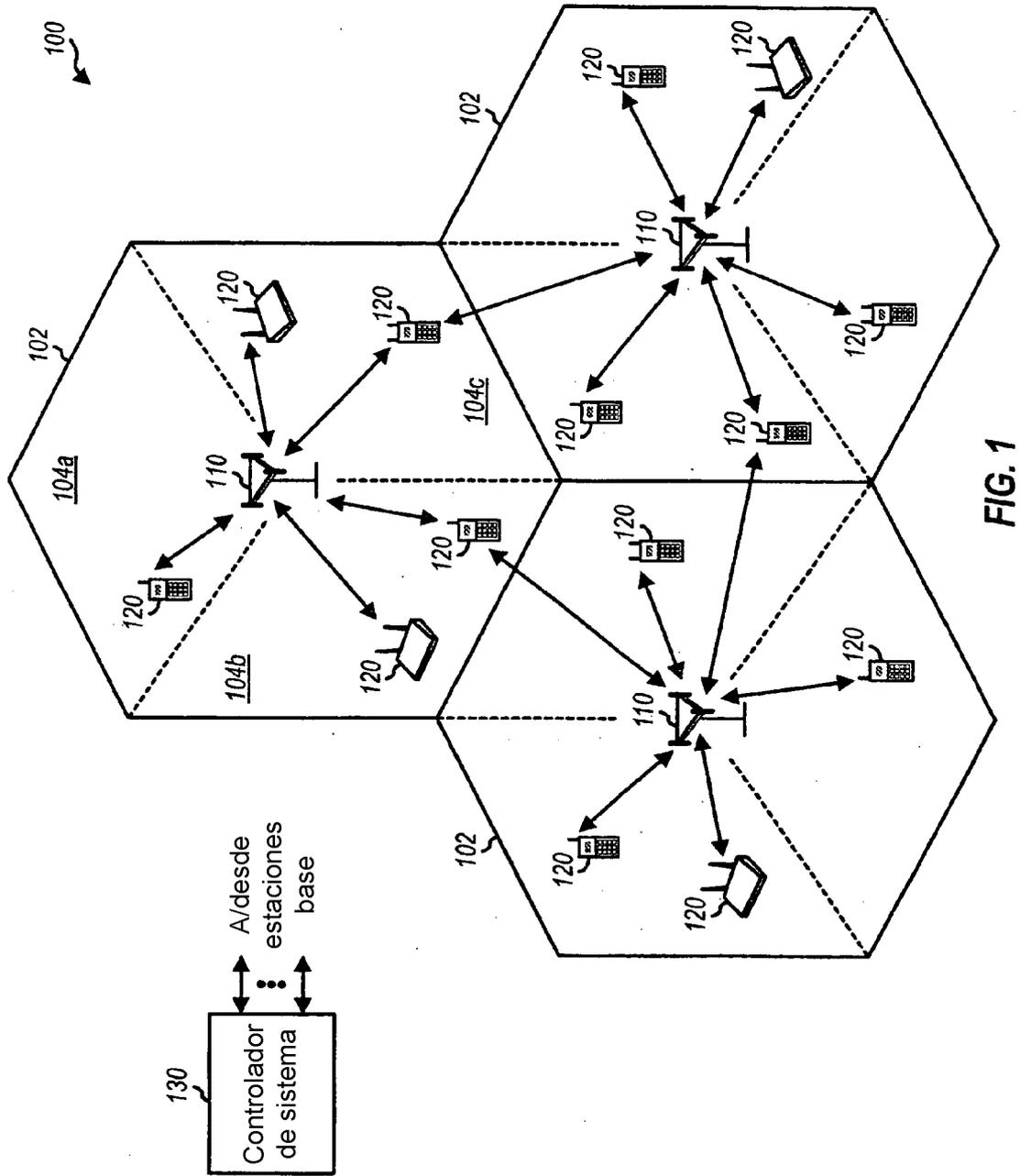


FIG. 1

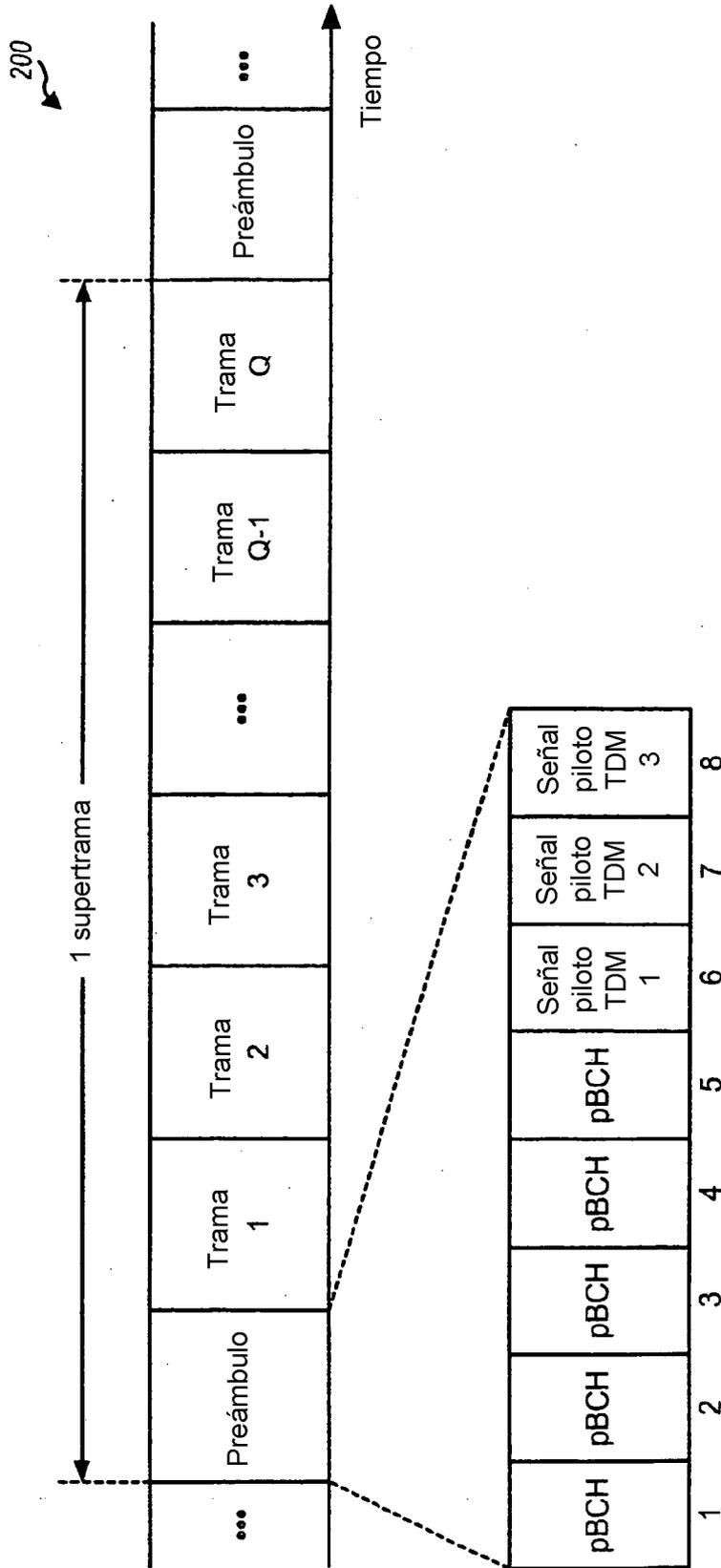


FIG. 2

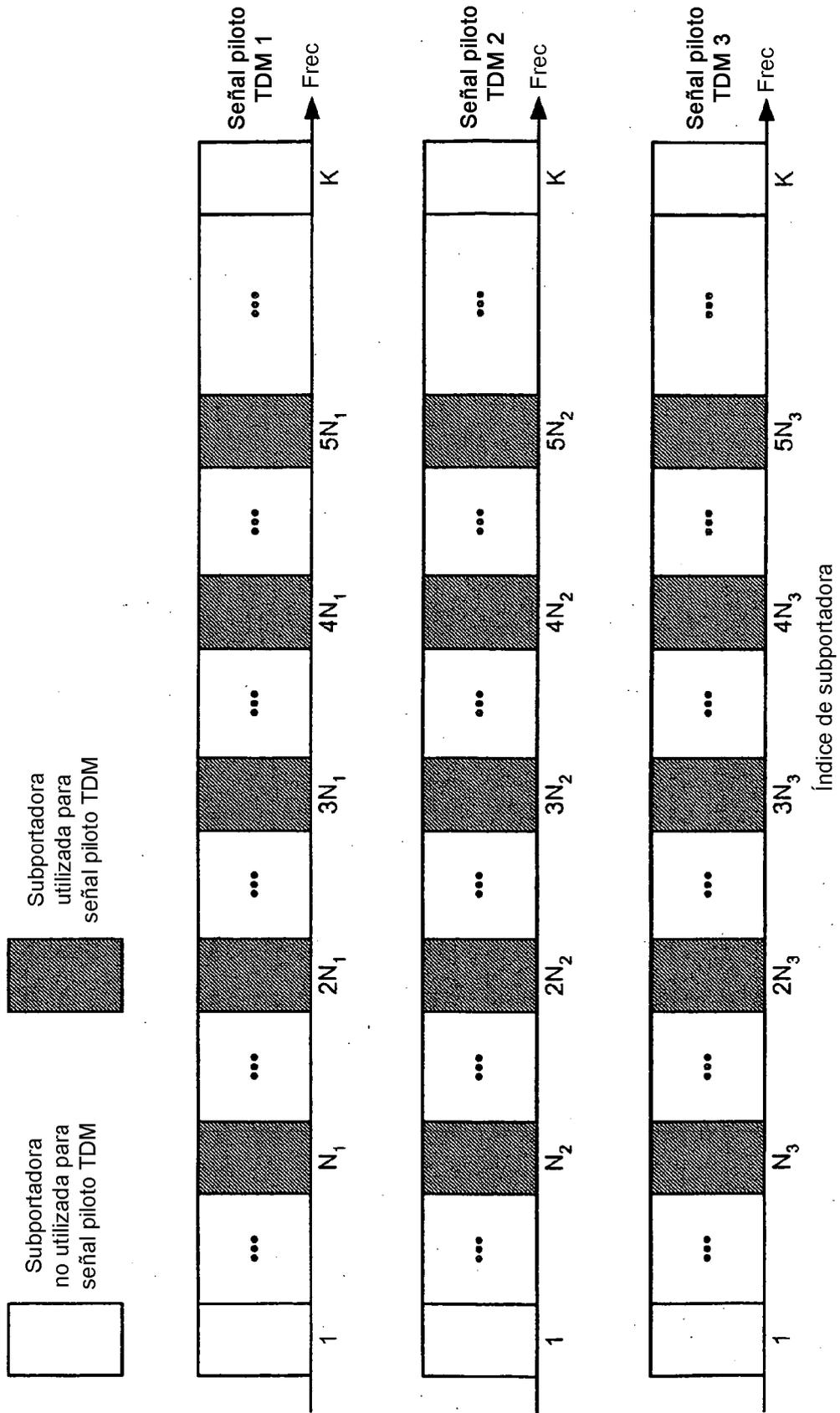


FIG. 3

Señal piloto jerárquica de 3 niveles

400

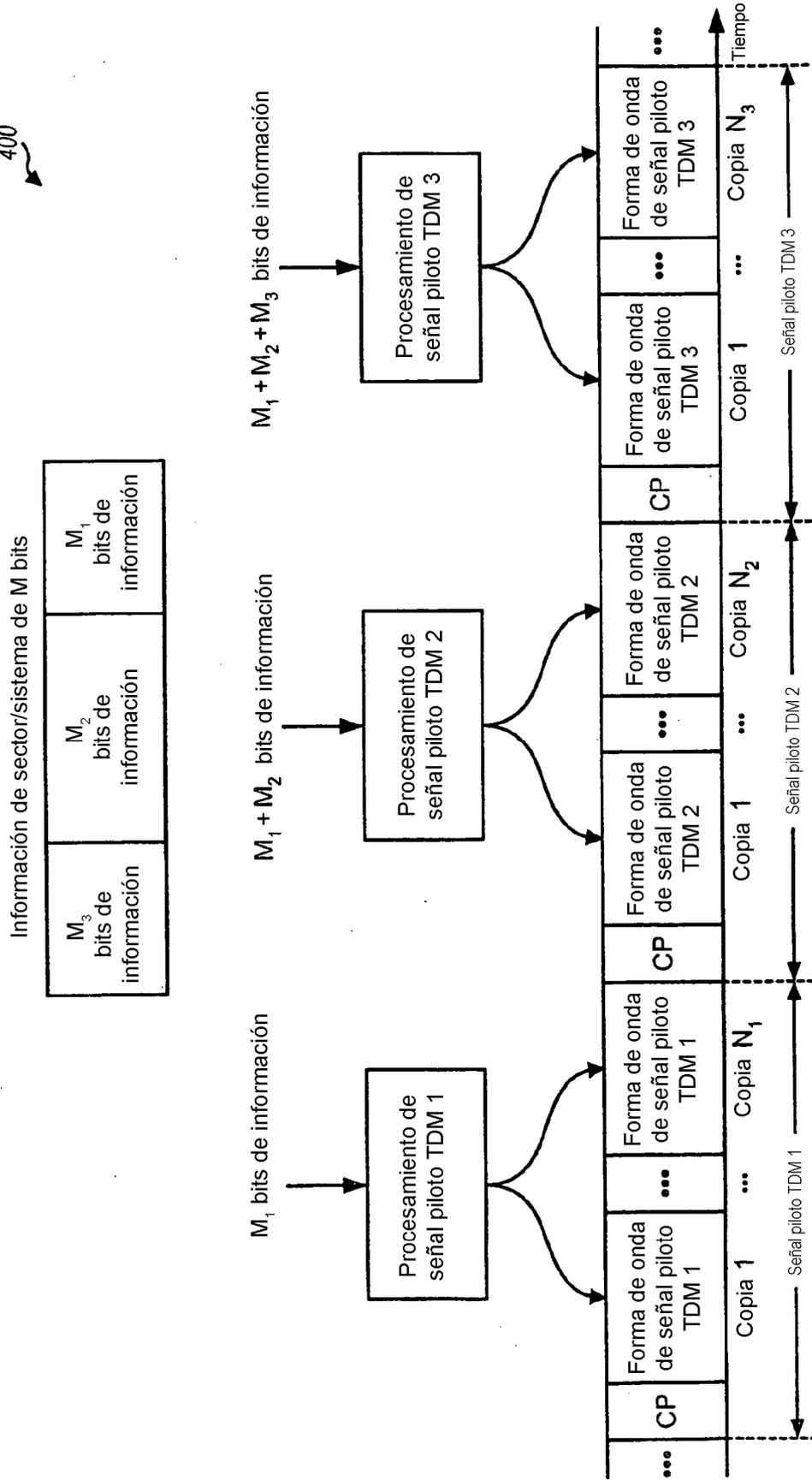


FIG. 4A

Señal piloto jerárquica de 2 niveles

410

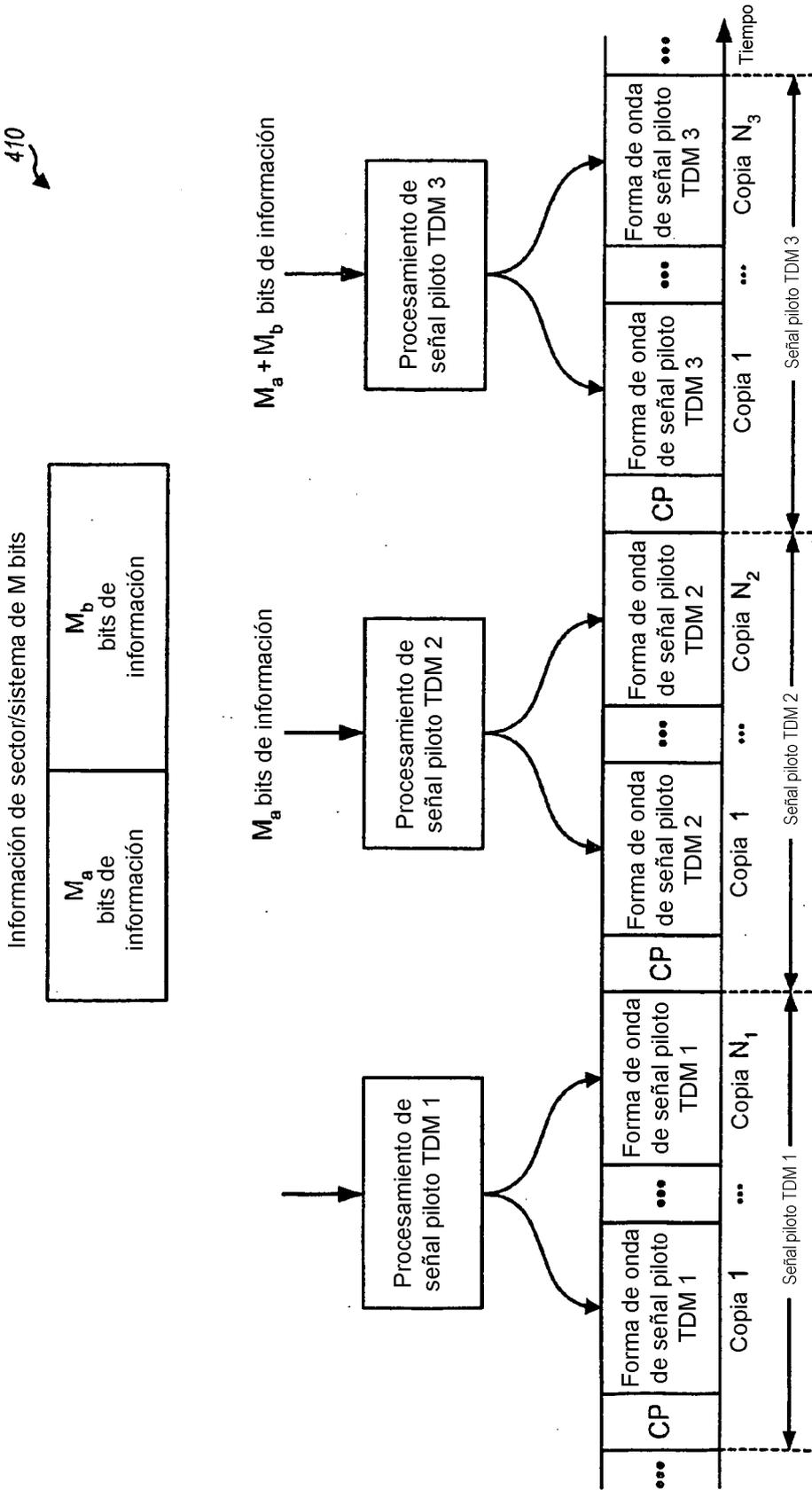


FIG. 4B

Señal piloto no jerárquica de 3 niveles

420

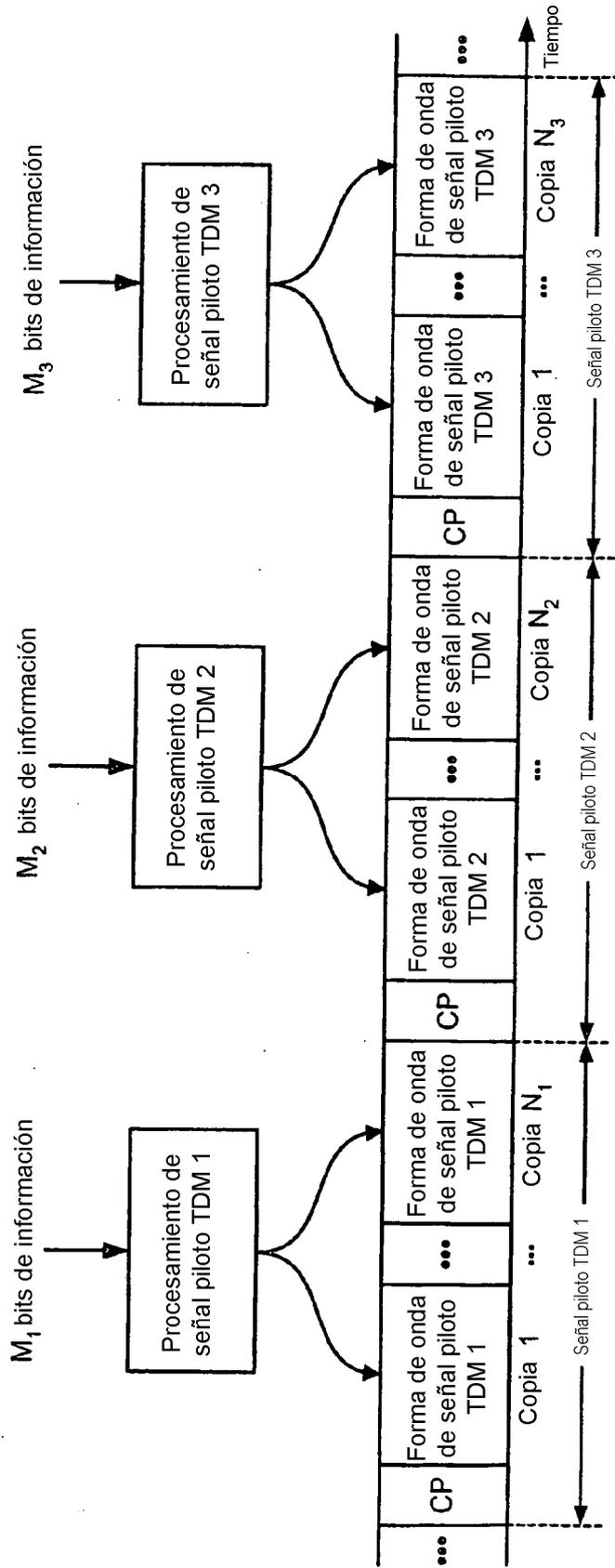
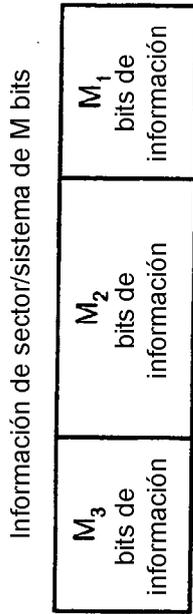


FIG. 4C

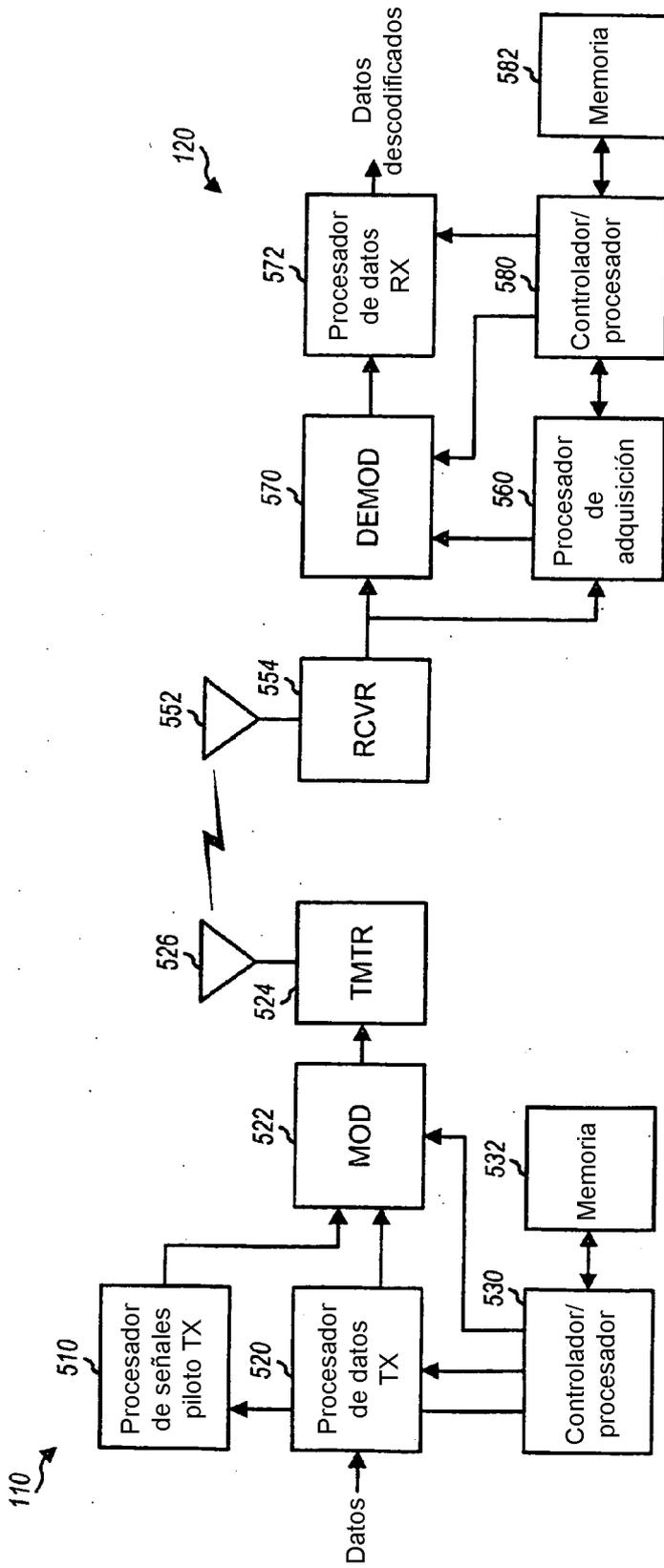


FIG. 5

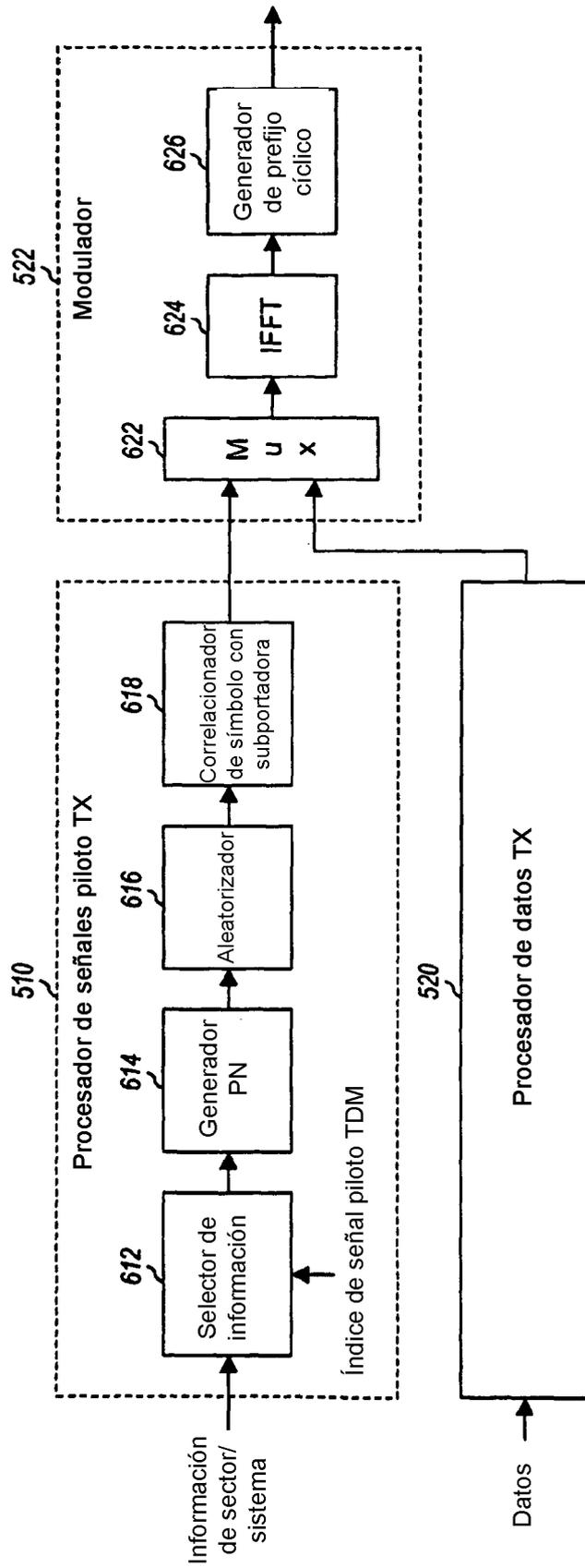


FIG. 6

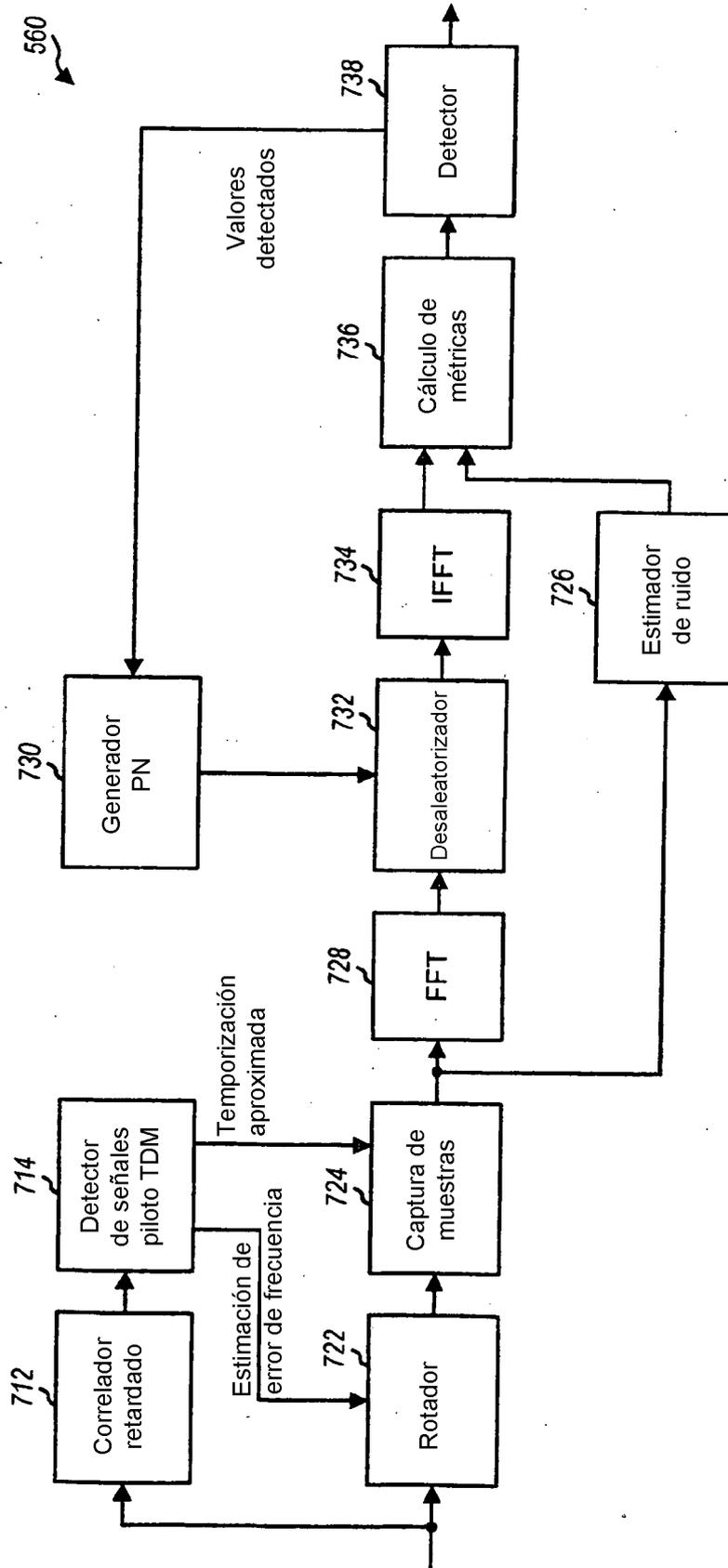


FIG. 7

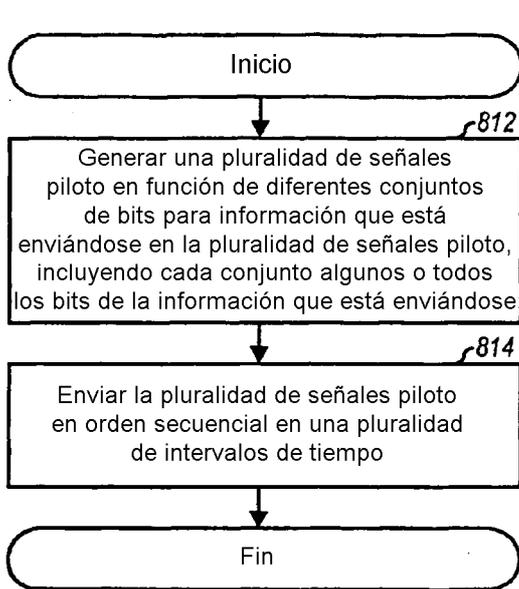


FIG. 8

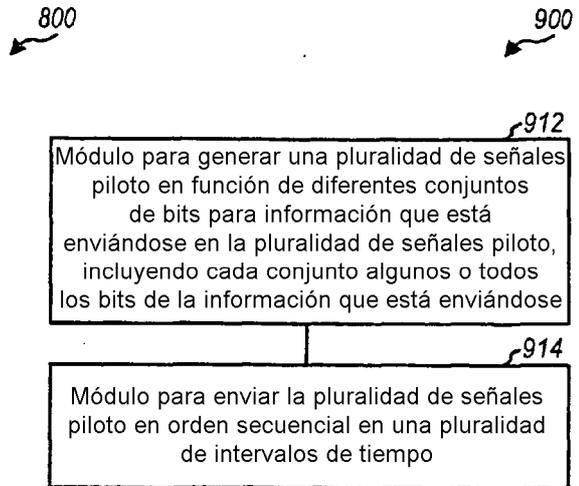


FIG. 9

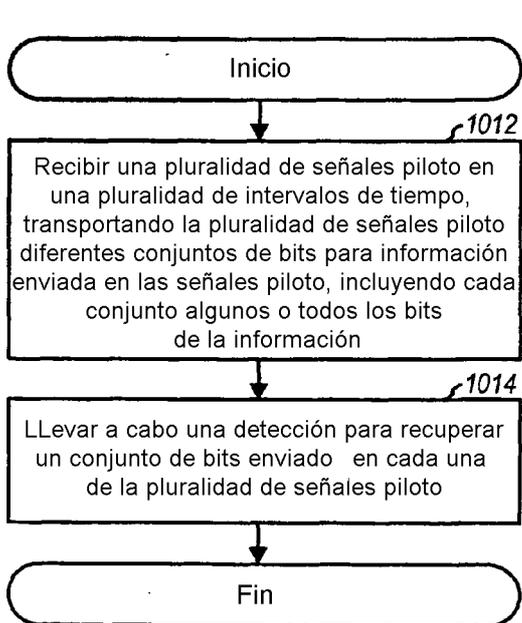


FIG. 10

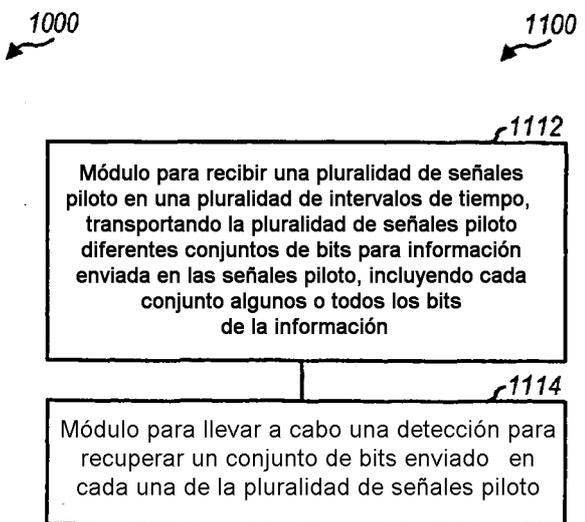


FIG. 11