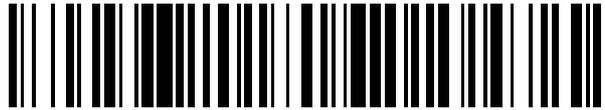


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 539 289**

51 Int. Cl.:

H04L 1/20 (2006.01)
H04L 25/03 (2006.01)
H04L 27/00 (2006.01)
H04B 7/185 (2006.01)
H04N 5/21 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.04.2009 E 09729169 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.04.2015 EP 2266244**

54 Título: **Método y aparato para identificar una interferencia cocanal**

30 Prioridad:

04.04.2008 US 98235

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

29.06.2015

73 Titular/es:

**THE DIRECTV GROUP, INC. (100.0%)
2230 East Imperial Highway
El Segundo, CA 90245, US**

72 Inventor/es:

**ZHOU, GUANGCAI;
CHEN, ERNEST C.;
SANTORU, JOSEPH y
WANG, JUDITH M**

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 539 289 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).

Método y aparato para identificar una interferencia cocanal**Descripción**5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION1. Campo de la invención

10 La presente invención se refiere a sistemas de comunicación, y más particularmente a métodos y a aparatos para minimizar la interferencia de señales.

2. Descripción de los antecedentes de la técnica

15 Las FIGS. 1A y 1B ilustran un sistema de transmisión por satélite típico de la técnica relacionada.

La FIG. 1A muestra un sistema de comunicaciones, específicamente un sistema de retransmisión de televisión 20, que transmite y recibe señales de audio, vídeo y datos vía satélite. Aunque la presente invención se describe en el contexto de un sistema de retransmisión de televisión por satélite, las técnicas descritas en el presente documento son igualmente aplicables a otros métodos de envío de contenido de programa, tales como sistemas inalámbricos terrestres, sistemas por cable e Internet. Además, aunque la presente invención se describirá principalmente con respecto al contenido de televisión (es decir, contenido de audio y vídeo), la presente invención puede ponerse en práctica con gran diversidad de material de contenido de programa, incluido contenido de vídeo, contenido de audio, contenido relacionado con audio y vídeo (por ejemplo, canales de telespectador), o contenido de datos.

25 El sistema de retransmisión de televisión 20 incluye una estación de transmisión 26, una antena parabólica de enlace ascendente 30, al menos un satélite 32 y unas estaciones receptoras 34A-34C (denominadas de manera colectiva estaciones receptoras 34). La estación de transmisión 26 incluye una pluralidad de entradas 22 para recibir diversas señales, tales como señales de televisión analógica, señales de televisión digital, señales de cintas de vídeo, señales de programación original y señales generadas por ordenador que contienen contenido HTML. Además, las entradas 22 reciben señales desde los servidores de vídeo digital que tienen discos duros u otros soportes de almacenamiento digital. La estación de transmisión 26 también incluye una pluralidad de entradas de temporización 24, que proporcionan información de programación electrónica acerca de la hora y el contenido de diversos canales de televisión, tales como los que se encuentran en programaciones de televisión contenidas en los periódicos y las guías de televisión. La estación de transmisión 26 convierte los datos de las entradas de temporización 24 en datos de la guía de programas. Los datos de la guía de programas también pueden introducirse manualmente en el sitio de la estación de transmisión 26. Los datos de la guía de programas consisten en una pluralidad de "objetos". Los objetos de datos de la guía de programas incluyen los datos para la construcción de una guía electrónica de programas que se visualiza en última instancia en la televisión de un usuario.

40 La estación de transmisión 26 recibe y procesa las diversas señales de entrada recibidas en las entradas 22 y las entradas de temporización 24, convierte las señales recibidas en una forma estándar, combina las señales estándar en un único flujo de datos de salida 28, y envía continuamente el flujo de datos de salida 28 a la antena parabólica de enlace ascendente 30. El flujo de datos de salida 28 es un flujo de datos digitales que se comprime por lo general utilizando codificación MPEG2, aunque pueden utilizarse otros esquemas de compresión.

45 Los datos digitales en el flujo de datos de salida 28 se dividen en una pluralidad de paquetes, estando marcado cada uno de tales paquetes con un número de identificación de canal de servicio (SCID). Los SCID son utilizados más tarde por el receptor 64 (mostrado en la FIG. 1B) para identificar los paquetes que corresponden a cada canal de televisión. En el flujo de datos de salida 28 también se incluyen datos de corrección de errores.

50 El flujo de datos de salida 28 es una señal multiplexada que es modulada por la estación de transmisión 26 utilizando técnicas convencionales de modulación de polarización y frecuencia. El flujo de datos de salida 28 incluye preferentemente 16 bandas de frecuencia, siendo polarizada cada banda de frecuencia de polarización levógira o de polarización dextrógira. Como alternativa, pueden utilizarse polarizaciones verticales y horizontales.

55 La antena parabólica de enlace ascendente 30 recibe continuamente el flujo de datos de salida 28 desde la estación de transmisión 26, amplifica la señal recibida y transmite la señal 31 a al menos un satélite 32. Aunque en la FIG. 1 se muestra una única antena parabólica de enlace ascendente y un satélite, preferentemente se utilizan múltiples antenas parabólicas y satélites para proporcionar un ancho de banda adicional, y para ayudar a asegurar el envío continuo de señales.

60 Los satélites 32 giran en órbita geoestacionaria alrededor de la Tierra. Cada uno de los satélites 32 incluye una pluralidad de transpondedores que reciben las señales 31 transmitidas por la antena parabólica de enlace ascendente 30, amplifica las señales recibidas 31, desplaza la frecuencia de las señales recibidas 31 a bandas de

frecuencia más bajas, y a continuación transmite las señales con frecuencia desplazada y amplificadas 33 de vuelta a estaciones receptoras 34.

5 Las estaciones receptoras 34 reciben y procesan las señales 33 transmitidas por los satélites 32. Las estaciones receptoras 34 se describen con mayor detalle más adelante con respecto a la FIG. 1B.

10 La FIG. 1B es un diagrama de bloques de una de las estaciones receptoras 34, que recibe y decodifica señales de datos vídeo y audio. Por lo general, la estación receptora 34 es un "módulo de conexión (STB)", también conocido como receptor/decodificador integrado (IR), que suele estar domiciliado en una vivienda o una unidad de viviendas múltiples, para la recepción de señales de televisión retransmitidas por satélite. La antena parabólica receptora 60 puede ser una unidad exterior (ODU), que suele ser una antena parabólica más pequeña dispuesta en una vivienda o una unidad de viviendas múltiples. Sin embargo, la antena parabólica receptora 60 también puede ser una antena parabólica más grande situada en el suelo, si se desea.

15 La estación receptora 34 incluye la antena parabólica receptora 60, una fuente de contenido alternativa 62, el receptor 64, un monitor 66, un dispositivo de grabación 68, un control remoto 86 y una tarjeta de acceso 88. El receptor 64 incluye un sintonizador 70/demodulador/decodificador de corrección de errores sin canal de retorno (FEC) 71, un convertidor de digital a analógico (D/A) 72, una CPU 74, un reloj 76, una memoria 78, un circuito lógico 80, una interfaz 82, un receptor de infrarrojos (IR) 84 y una interfaz de tarjeta de acceso 90. La antena parabólica receptora 60 recibe las señales 33 enviadas por el satélite 32, amplifica las señales 33 y transmite las señales 33 al sintonizador 70. El sintonizador 70 y el demodulador/decodificador FEC 71 operan bajo el control de la CPU 74.

20 La CPU 74 opera bajo el control de un sistema operativo almacenado en la memoria 78 o dentro de una memoria auxiliar dentro de la CPU 74. Las funciones realizadas por la CPU 74 se controlan mediante una o más aplicaciones o programas de control almacenados en la memoria 78. El sistema operativo y las aplicaciones comprenden instrucciones que, cuando son leídas y ejecutadas por la CPU 74, hacen que el receptor 64 realice las funciones y etapas necesarias para poner en práctica y/o utilizar la presente invención, por lo general, accediendo a y manipulando los datos almacenados en la memoria 78. Las instrucciones para la puesta en práctica de tales aplicaciones están contenidas de manera tangible en un medio legible por ordenador, tal como la memoria 78 o la tarjeta de acceso 88. La CPU 74 también puede comunicarse con otros dispositivos a través de la interfaz 82 o la antena parabólica receptora 60 para aceptar órdenes o instrucciones a almacenar en la memoria 78, produciéndose así un artículo de fabricación o producto de programa informático según la invención. Como tal, las expresiones "artículo de fabricación", "dispositivo de almacenamiento de programa" y "producto de programa informático" tal como se utilizan en el presente documento pretenden abarcar cualquier aplicación accesible por la CPU 74 desde cualquier medio o dispositivo legible por ordenador. La memoria 78 y la tarjeta de acceso 88 almacenan diversos parámetros para el receptor 64, tal como una lista de canales que el receptor 64 está autorizado a procesar y para los que generar visualizaciones; el código postal y el código de área para la zona en la que se utiliza el receptor 64; el número o nombre del modelo del receptor 64; un número de serie del receptor 64; un número de serie de la tarjeta de acceso 88; el nombre, dirección y número de teléfono del propietario del receptor 64; y el nombre del fabricante del receptor 64.

25 La tarjeta de acceso 88 puede extraerse del receptor 64 (como se muestra en la FIG. 1B). Cuando se inserta en el receptor 64, la tarjeta de acceso 88 se acopla a la interfaz de tarjeta de acceso 90, que lo comunica a través de la interfaz 82 a un centro de atención al cliente (no representado). La tarjeta de acceso 88 recibe información de autorización de acceso desde el centro de atención al cliente en base a la información de la cuenta de un usuario concreto. Además, la tarjeta de acceso 88 y el centro de atención al cliente se comunican con respecto a la facturación y a la solicitud de servicios.

30 El reloj 76 proporciona la hora local actual a la CPU 74. La interfaz 82 está acoplada preferentemente a un jack telefónico 83 en el sitio de la estación receptora 34. La interfaz 82 permite que el receptor 64 se comunice con la estación de transmisión 26 como se muestra en la FIG. 1A a través del jack telefónico 83. La interfaz 82 también puede utilizarse para transferir datos hacia y desde una red, tal como Internet.

35 Las señales enviadas desde la antena parabólica receptora 60 al sintonizador 70 son una pluralidad de señales de radiofrecuencia (RF) moduladas. A continuación, la señal RF deseada es convertida descendientemente a la banda base por el sintonizador 70, que también genera señales en fase y en cuadratura (I y Q). A continuación, se hacen pasar estas dos señales al demodulador/FEC circuito integrado para aplicaciones específicas (ASIC) 71. A continuación, el demodulador 71 ASIC demodula las señales I y Q, y el decodificador FEC identifica correctamente cada símbolo transmitido. Los símbolos recibidos para la modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK) o señales 8PSK llevan dos o tres bytes de datos, respectivamente. Los símbolos corregidos se convierten a bytes de datos, que a su vez se ensamblan en bytes de datos de carga útil, y en última instancia, en paquetes de datos. Los paquetes de datos pueden llevar 130 bytes de datos ó 188 bytes (187 bytes de datos y 1 byte de sincronización).

60 Además de las señales de satélite digitales recibidas por la antena parabólica receptora 60, también se utilizan preferentemente otras fuentes de contenido de televisión. Por ejemplo, la fuente de contenido alternativa 62

proporciona contenido de televisión adicional al monitor 66. La fuente de contenido alternativa 62 está acoplada al sintonizador 70. La fuente de contenido alternativa 62 puede ser una antena para recibir fuera de antena señales del Comité Nacional de Normas de Televisión (NTSC), un cable para recibir señales del Comité de Sistemas de Televisión Avanzados (ATSC), u otra fuente de contenido. Aunque sólo se muestra una fuente de contenido alternativa 62, pueden utilizarse múltiples fuentes.

En un principio, a medida que los datos entran al receptor 64, la CPU 74 busca los datos de inicialización conocidos comúnmente en la industria como objeto de arranque. Un objeto de arranque identifica los SCID donde pueden encontrarse todos los demás objetos de la guía de programas. Los objetos de arranque se transmiten siempre con el mismo SCID, por lo que la CPU 74 sabe que debe buscar los paquetes marcados con ese SCID. La información del objeto de arranque es utilizada por la CPU 74 para identificar los paquetes de datos de la guía de programas y enrutarlos a la memoria 78.

El control remoto 86 emite señales de infrarrojos (IR) 85 que son recibidas por el receptor de infrarrojos 84 en el receptor 64. Como alternativa, pueden utilizarse otros tipos de dispositivos de entrada de datos, a modo de ejemplo y no de limitación, tales como un control remoto de frecuencia ultra-alta (UHF), un teclado en el receptor 64, un teclado remoto y un ratón remoto. Cuando un usuario solicita la presentación de una guía de programas pulsando el botón "guía" del control remoto 86, una señal de solicitud de guía es recibida por el receptor de IR 84 y transmitida al circuito lógico 80. El circuito lógico 80 informa a la CPU 74 de la solicitud de guía. En respuesta a la solicitud de guía, la CPU 74 hace que la memoria 78 transfiera una imagen digital de la guía de programas al convertidor D/A 72. El convertidor D/A 72 convierte la imagen digital de la guía de programas en una señal de televisión analógica estándar, que a continuación se transmite al monitor 66. A continuación, el monitor 66 muestra las señales de audio y vídeo de TV. Como alternativa, el monitor 66 puede ser una televisión digital, en cuyo caso no es necesaria ninguna conversión de digital a analógica en el receptor 64.

Los usuarios interactúan con la guía electrónica de programas utilizando el control remoto 86. Los ejemplos de las interacciones del usuario incluyen seleccionar un canal concreto o solicitar información adicional de la guía. Cuando un usuario selecciona un canal utilizando el control remoto 86, el receptor de IR 84 repite la selección del usuario al circuito lógico 80, que a continuación pasa a la selección en la memoria 78 a la que accede la CPU 74. La CPU 74 realiza una etapa de decodificación MPEG2 en el audio, vídeo y otros paquetes recibidos desde el decodificador FEC 71 y devuelve las señales de audio y vídeo para el canal seleccionado al convertidor D/A 72. El convertidor D/A 72 convierte las señales digitales en señales analógicas, y devuelve las señales analógicas al monitor 66.

Tales sistemas de comunicaciones 20, en el presente documento por ejemplo mostrado como sistema de retransmisión de televisión 20, han aceptado la solicitud de transmisiones de alta calidad posibles gracias a la tecnología digital. A medida que los paquetes y otros datos se transmiten desde la antena parabólica de enlace ascendente 30 al receptor 64, los símbolos y los bytes en los paquetes destinados a otras estaciones receptoras 34 se transmiten por lo general hacia abajo desde el satélite 32 al receptor 64 en la misma frecuencia, porque la frecuencia de transmisión es controlada por las limitaciones de los satélites 32, y las frecuencias de transmisión que están disponibles son controladas por el permiso del gobierno para la transmisión a frecuencias específicas dentro del espectro de frecuencias.

Además, las tramas de datos se codifican de tal manera que pueden interferir unas con otras, y el receptor 64 no puede indicar qué paquetes de datos se supone que ese receptor 64 debe decodificar y presentar en el monitor 66. Tal interferencia se llama interferencia "cocanal", en la que un canal de datos interfiere con la recepción y demodulación de otro canal de datos. En las aplicaciones prácticas, la interferencia cocanal también puede provenir de la transmisión de otros operadores de sistemas, un satélite 32 que opera en una posición orbital adyacente, u otros haces de transmisión puntuales en un sistema de retransmisión por satélite de haz puntual 20.

A medida que los sistemas de comunicaciones 20 transmiten más datos, es decir, más canales de programación en un sistema de retransmisión por satélite que pueden visualizarse en el monitor 66, la interferencia entre paquetes de datos aumenta, y, como tal, la calidad de la recepción de la señal empeora.

Para hacer un uso óptimo del espectro disponible y para enviar un gran número de canales de programación diferentes, las transmisiones RF con las mismas frecuencias pueden dirigirse a diferentes áreas geográficas. Sin embargo, en las áreas que lindan con las diferentes áreas de servicio, es posible que una estación receptora pueda detectar una transmisión deseada, pero también otras transmisiones que utilizan la misma frecuencia. Las transmisiones no deseadas son las interferencias y pueden degradar seriamente el rendimiento global del receptor de canal deseado.

Tradicionalmente, los efectos negativos de la interferencia cocanal se han minimizado rediseñando las asignaciones de frecuencias asignadas a los diversos transpondedores o satélites 32. Pero esto no mitigará el problema más allá de cierto punto. A partir de lo anteriormente indicado, es evidente que existe la necesidad de minimizar la interferencia más allá de la cual, la interferencia debe minimizarse. La minimización de tal interferencia

se facilita si la señal interferente puede identificarse a partir del ruido de fondo. Por tanto, existe la necesidad de un método y un aparato para identificar incluso una señal interferente débil.

5 En el documento WO 2007/022627 se describe un filtro de demodulación común para reducir la interferencia cocanal entre una señal deseada y una señal interferente cocanal que incluye una entrada que recibe muestras de la señal deseada y la señal interferente cocanal, un decodificador Viterbi y una primera ruta de señales entre la entrada y el decodificador Viterbi que comprende un primer filtro.

10 RESUMEN DE LA INVENCION

15 Para minimizar las limitaciones de la técnica anterior, y para minimizar otras limitaciones que resultarán evidentes tras la lectura y la comprensión de la presente memoria descriptiva, la presente invención describe métodos y aparatos tal como se reivindica para identificar una señal interferente cocanal. Las formas de realización que no se encuentran dentro del alcance de las reivindicaciones son útiles para comprender la invención.

20 En una forma de realización, el método comprende las etapas de (a) demodular la señal compuesta para producir los datos deseados, (b) remodular los datos deseados para generar una señal deseada reconstruida, (c) sustraer la señal deseada reconstruida de una señal compuesta al menos parcialmente demodulada para generar la señal interferente, (d) demodular al menos parcialmente la señal interferente utilizando un primer código de aleatorización para producir una primera señal interferente demodulada, (e) calcular una estadística de la señal interferente demodulada, (f) repetir las etapas (d) a (e) para generar una pluralidad de estadísticas de la señal demodulada, una estadística para cada uno de entre una pluralidad de códigos de aleatorización y (g) identificar la señal interferente en función de una comparación de la pluralidad de estadísticas.

25 En una forma de realización, el aparato comprende un sistema para identificar una señal interferente de una señal compuesta recibida que comprende una señal deseada que tiene datos deseados y una señal interferente que comprende datos de interferencia. El sistema comprende un demodulador para demodular la señal compuesta para producir los datos deseados, un remodulador, acoplado al demodulador para remodular los datos deseados para generar una señal deseada reconstruida, un sustractor, acoplado al remodulador, siendo el sustractor para sustraer la deseada señal reconstruida a partir de una señal compuesta al menos parcialmente demodulada para generar la señal interferente, un bucle de recuperación de temporización, acoplado al sustractor, siendo el bucle de recuperación de temporización para generar una pluralidad de señales interferentes al menos parcialmente demoduladas a partir de la señal interferente, siendo generada cada una de entre la pluralidad de señales interferentes al menos parcialmente demoduladas con uno de entre una pluralidad de códigos de aleatorización asociados; y un analizador de señal, acoplado al segundo demodulador para calcular una estadística para cada señal de la pluralidad de señales interferentes al menos parcialmente demoduladas y para identificar la señal interferente en función de una comparación de la pluralidad de estadísticas.

40 Todavía otros aspectos, características y ventajas de la presente invención son intrínsecas a los sistemas y al método reivindicados y descritos o resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada y los dibujos adjuntos. La descripción detallada y los dibujos adjuntos solamente ilustran implementaciones y formas de realización particulares de la presente invención, sin embargo, la presente invención también es susceptible de otras y diferentes formas de realización, y sus varios detalles pueden codificarse en diversos aspectos, todo sin alejarse del alcance de la presente invención. Por consiguiente, los dibujos y la descripción deben considerarse como de naturaleza ilustrativa, y no como una restricción a la presente invención.

45 BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

50 La presente invención se ilustra a modo de ejemplo, y no a modo de limitación, en las figuras de los dibujos adjuntos y en las que números de referencia iguales se refieren a elementos similares y en las que:

- 55 las FIGS. 1A y 1B ilustran un sistema de retransmisión por satélite típico de la técnica relacionada;
- la FIG. 2A es un diagrama de un sistema de retransmisión digital capaz de minimizar la interferencia cocanal, según una forma de realización de la presente invención;
- la FIG. 2B es un diagrama de un transmisor ejemplar empleado en la instalación de transmisión digital del sistema de la FIG. 2A;
- la FIG. 3 es un diagrama de un demodulador ejemplar en el sistema de la FIG. 2A;
- 60 las FIGS. 4A y 4B son diagramas, respectivamente, de una estructura de trama utilizada en el sistema de la FIG. 2A, y de la lógica para aleatorizar las cabeceras de trama con diferentes palabras únicas (UW) para las respectivas tramas transmitidas sobre cocanales adyacentes, según una forma de realización de la presente invención;
- la FIG. 5 es un diagrama de un aleatorizador para aislar la interferencia cocanal según diversas formas de realización de la presente invención;
- 65 la FIG. 6 es un diagrama de un generador de secuencias de aleatorización ejemplar utilizado en el aleatorizador de la FIG. 5;

la FIG. 7 es un diagrama que muestra la naturaleza periódica de la correlación cruzada entre las tramas cocanal, según una forma de realización de la presente invención;
 la FIG. 8 es un diagrama de flujo de un proceso para generar diferentes secuencias de capa física, según una forma de realización de la presente invención;
 5 la FIG. 9 es un diagrama de flujo de un proceso para generar cabeceras físicas aleatorizadas, según una forma de realización de la presente invención;
 la FIG. 10 es un diagrama de flujo de un proceso para transmitir parámetros de aleatorización, según una forma de realización de la presente invención;
 10 la FIG. 11 es un diagrama que muestra diversas formas de realización de la presente invención para gestionar los parámetros de aleatorización;
 la FIG. 12 es un diagrama de flujo para desaleatorizar las tramas recibidas en base a conjuntos predesignados de parámetros de aleatorización, según una forma de realización de la presente invención;
 las FIGS. 13A y 13B son diagramas de flujo que presentan procesos ilustrativos que pueden utilizarse para transmitir información;
 15 las FIGS. 14 y 15 son diagramas que representan una técnica representativa para identificar la interferencia cocanal, y una forma de realización de un aparato que puede utilizarse para realizar la técnica;
 la FIG. 16 es un diagrama que ilustra las estadísticas ejemplares para una señal interferente parcialmente demodulada; y
 20 la FIG. 17 es un diagrama que ilustra un sistema informático ejemplar que puede utilizarse para poner en práctica los aspectos de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN PREFERENTES

25 Se describen un aparato, un método y un software para reducir la interferencia cocanal en un sistema interactivo y de retransmisión digital. En la siguiente descripción, se hace referencia a los dibujos adjuntos que forman parte de la misma, y que muestran, a modo de ilustración, varias formas de realización de la presente invención. Se entiende que pueden utilizarse otras formas de realización y que pueden realizarse cambios estructurales sin alejarse del alcance de la presente invención.

30 Visión de conjunto

En la presente invención, los datos digitales transmitidos desde la estación de transmisión 26 a través de la señal 31, los satélites 32 y la señal 33 contienen tres componentes principales: una parte de cabecera de una trama de datos, llamada cabecera de la capa física, o PL header, y datos de carga útil y, opcionalmente, símbolos insertados adicionales, llamados símbolos piloto, que son utilizados por el receptor 64 para mitigar los efectos perjudiciales de la degradación en la estación receptora 34, principalmente el ruido de fase. Mediante el uso de la PL header, el demodulador/decodificador FEC 71 puede adquirir rápidamente la fase correcta al principio de cada trama de datos. Para muchos modos de transmisión 8PSK y QPSK, también se necesitan símbolos piloto para rastrear el ruido de fase con más precisión. Sin embargo, en determinados casos, cuando las PL header para una señal deseada y una señal interferente que utiliza la misma frecuencia se alinean en el tiempo, la interferencia es tan grande que el demodulador/decodificador FEC 71 no puede determinar con la precisión necesaria la fase de la frecuencia de la portadora asociada con la señal deseada. Esto significa que a medida que el demodulador 71 trata de mantener un bloque de fase en la señal deseada, la señal no deseada presenta los mismos símbolos de cabecera o símbolos piloto, y el demodulador 71 puede ser confundido por la presencia de la señal no deseada, y por lo tanto ser incapaz de rastrear la fase de la señal deseada. Tal confusión en el demodulador 71 se conoce en la técnica como que el demodulador 71 ha sido "apartado (pulled off)" de la señal deseada. Si el demodulador 71 es apartado 45 grados del punto de constelación óptimo para una transmisión QPSK, el demodulador no identificará correctamente los símbolos. Esto introducirá errores, y si no se rectifican rápidamente, los errores de datos se identificarán como una pérdida del bloqueo. Esto, a su vez, conducirá a que el microprocesador 74 ordene al demodulador 71 que readquiera la señal, lo que conduce a la pérdida de los datos hasta que se vuelva a adquirir la señal deseada. Una pérdida de datos de este tipo presentaría datos incorrectos en el monitor 66, y posiblemente una interrupción del servicio en el monitor 66 como lo ve un espectador. En vez de ver un canal de televisión deseado con movimiento y diálogo en un determinado monitor 66, la interferencia cocanal haría que el espectador viese que el monitor se oscurece hasta ser una pantalla negra, o viese una imagen distorsionada, o escuchase el audio distorsionado. Es evidente que la interferencia cocanal puede crear efectos perjudiciales en un sistema de retransmisión de televisión 20.

La presente invención proporciona varios factores que mitigarán el efecto de tal interferencia cocanal.

60 Un primer enfoque es proporcionar una secuencia de inicio de trama (SOF) y/o código de aleatorización diferente a los canales que puedan verse afectados por tal interferencia cocanal. El demodulador 71 puede entonces buscar una SOF específica cuando se le pida sintonizarse a una u otra de las tramas de datos, y ser capaz de indicar la diferencia entre ellas. Como alternativa, o en combinación, los códigos utilizados para aleatorizar tales señales interferentes pueden ser suficientemente diferentes para que la correlación cruzada entre las dos tramas de datos se reduzca hasta el punto de que el demodulador 71 pueda fijar la transmisión deseada e ignorar el efecto perjudicial del canal interferente. Además, pueden utilizarse diferentes técnicas de aleatorización para las PL header

en diferentes canales, y/o pueden aplicarse diferentes códigos o técnicas de aleatorización a los datos de carga útil, ya sea junto con la aleatorización de las PL header o independientemente de las PL header, lo que reducirá o eliminará el efecto de apartamiento.

5 Otro método para reducir los efectos de interferencia cocanal es detectar cuándo un demodulador 71 está siendo alejado del rastreo de una fase específica de una determinada señal. Un alejamiento de este tipo, o "apartamento" del rastreo de fase indicaría la presencia de la trama de datos interferente, y el demodulador 71 puede entonces elegir no actualizar el rastreo de fase de la PL header o los símbolos piloto.

10 Otro método de la presente invención es desfasar la frecuencia de transmisión de la señal RF modulada una pequeña cantidad, por ejemplo, 1 MHz, de manera que el demodulador 71 pueda buscar la porción SOF de la PL header en un espacio de frecuencia diferente para una determinada trama de datos. El número de desfases, y en qué dirección, por ejemplo, ya sea hacia arriba o hacia abajo en términos de frecuencia, puede basarse en el número de transmisiones RF independientes, o haces de enlace descendente del satélite 32, que estarán presentes de forma simultánea y que pueden provocar la interferencia cocanal. Además, las tramas de datos dentro de una señal también pueden desfasarse en términos de tiempo, por ejemplo, una trama de datos comienza primero, y la trama de datos interferente se retarda un determinado número de símbolos, de manera que la porción SOF de la PL header se producirá en momentos diferentes para cada una de las tramas de datos. Esto protegerá al demodulador de señal deseada 71 de ser apartado por la presencia simultánea de una PL header desde una señal interferente.

20 Otro método de la presente invención es utilizar diferentes modos de modulación por desplazamiento dentro de cada una de las tramas de datos. Por lo general, un modo de transmisión QPSK será más resistente a los efectos de la interferencia cocanal que un modo de transmisión 8PSK.

25 Diagrama del sistema

La FIG. 2A es un diagrama de un sistema de retransmisión digital 100 capaz de minimizar la interferencia cocanal, según una forma de realización de la presente invención. El sistema de comunicaciones digital 100 incluye una instalación de transmisión digital 101 que genera formas de onda de señal para su retransmisión a través de un canal de comunicación 103 a uno o más receptores 105. Según una forma de realización de la presente invención, el sistema de comunicación 100 es un sistema de comunicación por satélite que soporta, por ejemplo, servicios de retransmisión de audio y vídeo, así como servicios interactivos. En las FIGS. 1A y 1B se muestra un sistema de comunicaciones de este tipo, y se ha descrito anteriormente en el presente documento. Los servicios interactivos incluyen, por ejemplo, guías electrónicas de programación (EPG), acceso a Internet de alta velocidad, publicidad interactiva, telefonía y servicios de correo electrónico. Estos servicios interactivos también pueden abarcar servicios de televisión tales como servicios de pago por visión, comercio electrónico a través de la televisión, video a la carta, casi video a la carta y audio a la carta. En este entorno, los receptores 105 son receptores satelitales. Los receptores satelitales están domiciliados por lo general en "módulos de conexión", también conocidos como receptores/decodificadores integrados (IRD), que pueden incluir grabadoras de video digital (DVR).

40 En las aplicaciones de retransmisión, los receptores en modo continuo 105 son de uso generalizado. Los códigos que tienen un buen desempeño en entornos de baja relación señal-ruido (SNR) están reñidos con estos receptores 105 con respecto a la sincronización (por ejemplo, fase de la portadora y frecuencia de la portadora). Para tal sincronización pueden utilizarse la cabecera de la capa física y/o los símbolos piloto. Por consiguiente, una consideración importante con respecto al rendimiento del sistema es el de la interferencia cocanal en la cabecera de la capa física y/o los símbolos piloto. Dado que la cabecera de la capa física y/o los pilotos se utilizan para adquirir y/o rastrear la fase de la portadora y la frecuencia de la portadora, tal interferencia puede degradar el rendimiento del receptor.

50 Muchos de los sistemas de transmisión digital 100 necesitan utilizar símbolos de entrenamiento adicionales más allá de los bytes de cabecera normales en una estructura de trama para sus procesos de sincronización. El aumento de la cabecera resulta especialmente necesario cuando la SNR es baja; un entorno de este tipo es típico cuando se utilizan códigos FEC de alto rendimiento junto con una modulación de orden superior. Tradicionalmente, los receptores en modo continuo utilizan un bucle de control de retroalimentación para adquirir y rastrear la fase y frecuencia de la portadora. Tales enfoques que se basan puramente en bucles de control de retroalimentación son propensos a un fuerte ruido térmico y ruido de la fase de RF, generando tasas de deslizamiento de ciclo inaceptables y un suelo de error ("error floor") sobre el rendimiento del receptor global. Por lo tanto, estos enfoques están cargados por el aumento de la cabecera en términos de símbolos de entrenamiento para determinado objetivo de rendimiento, además de un intervalo de adquisición limitado y un largo tiempo de adquisición. Además, estas técnicas de sincronización convencionales dependen del esquema de modulación particular, dificultando así la flexibilidad en el uso de esquemas de modulación.

60 En el sistema 100, los receptores 105 consiguen la sincronización de la portadora examinando los preámbulos, cabeceras y/o códigos de aleatorización únicos o palabras únicas (UW) que están incorporados en las estructuras de tramas de datos retransmisión (que se muestra en la FIG. 4A), reduciendo así el uso de una cabecera

adicional designada específicamente para fines de entrenamiento. Los receptores 105 se describen más detalladamente más adelante con respecto a la FIG. 3.

5 En este sistema de comunicaciones discreto 100, la instalación de transmisión 101 produce un conjunto discreto de posibles mensajes que representan el contenido de medios (por ejemplo, audio, video, información textual, datos, etc.); cada uno de los posibles mensajes tiene una correspondiente forma de onda de la señal. Estas formas de onda de la señal son atenuadas, o de otro modo modificadas, por el canal de comunicaciones 103. Para combatir el ruido en el canal de retransmisión 103, la instalación de transmisión 101 utiliza códigos de corrección de errores sin canal de retorno, tales como códigos de comprobación de la paridad de baja densidad (LDPC), o una concatenación de diferentes códigos FEC.

15 El código o códigos LDPC u otro código o códigos FEC que son generados por la instalación de transmisión 101 facilitan la implementación a alta velocidad sin incurrir en ninguna pérdida de rendimiento. Estos códigos LDPC estructurados que salen de la instalación de transmisión 101 evitan la asignación de un pequeño número de nodos de comprobación a los nodos de bytes ya vulnerables a los errores de canal en virtud del esquema de modulación (por ejemplo, 8PSK). Tales códigos LDPC tienen un proceso de decodificación paralelizable (a diferencia de los turbo códigos), lo que implica ventajosamente operaciones simples tales como la suma, la comparación y la búsqueda en tablas. Además, los códigos LDPC cuidadosamente diseñados no presentan ningún signo de suelo de error, por ejemplo, no hay disminución en los errores aunque aumente la relación señal-ruido. Si existiera un suelo de error, sería posible utilizar otro código, tal como un código Bose/Chaudhuri/Hocquenghem (BCH) u otros códigos, para suprimir significativamente tales suelos de error.

25 Según una forma de realización de la presente invención, la instalación de transmisión 101 genera, utilizando una técnica de codificación relativamente simple como se explica más adelante en la FIG. 2, códigos LDPC basados en matrices de comprobación de la paridad (que facilitan un acceso eficaz a la memoria durante la decodificación) para comunicarse con el receptor satelital 105.

Funciones del transmisor

30 La FIG. 2B es un diagrama de un transmisor ejemplar empleado en la instalación de transmisión digital del sistema 100 de la FIG. 2A. Un transmisor 200 en la instalación de transmisión 101 está equipado con un codificador de LDPC/BCH 203 que acepta la entrada de una fuente de información 201 y devuelve un flujo codificado de mayor redundancia adecuado para el procesamiento de corrección de errores en el receptor 105. La fuente de información 201 genera k señales de un alfabeto discreto, X. Los códigos LDPC se especifican con matrices de comprobación de la paridad. La codificación de los códigos LDPC requiere, en general, especificar las matrices de generador. Se incluyen códigos BCH para reducir el suelo de error del sistema 20, que mejora el rendimiento de la corrección de errores.

40 El codificador 203 genera señales del alfabeto Y a un modulador 205, utilizando una simple técnica de codificación que hace uso de sólo la matriz de comprobación de la paridad imponiendo estructura a la matriz de comprobación de la paridad. Concretamente, se coloca una restricción en la matriz de comprobación de la paridad limitando cierta porción de la matriz a ser triangular para una rápida codificación y decodificación. Una restricción de este tipo da como resultado una pérdida de rendimiento insignificante, y por lo tanto, constituye una compensación atractiva.

45 El aleatorizador 209 aleatoriza los símbolos codificados FEC según la presente invención para minimizar la interferencia cocanal, como se describirá más detalladamente más adelante.

50 El modulador 205 mapea los mensajes aleatorizados del aleatorizador 209 para formas de onda de la señal que se transmiten a una antena de transmisión 207, que emite estas formas de onda sobre el canal de comunicación 103. Las transmisiones desde la antena de transmisión 207 se propagan a un demodulador, como se analiza más adelante. En el caso de un sistema de comunicación por satélite, las señales transmitidas desde la antena 207 se transmiten vía satélite.

Demodulador

55 La FIG. 3 es un diagrama de un demodulador/decodificador FEC 71 ejemplar en el sistema de la FIG. 1. El demodulador/decodificador FEC 71 comprende un demodulador 301, un módulo de sincronización de la portadora/desaleatorizador 302, y un decodificador de LDPC/BCH 307 y soporta la recepción de señales desde el transmisor 200 mediante la antena 303. Según una forma de realización de la presente invención, el demodulador 301 proporciona el filtrado y la sincronización de temporización de símbolos de las señales codificadas por LDPC recibidas desde la antena 303, y el módulo de sincronización de la portadora 302 proporciona adquisición de la frecuencia y fase, y el rastreo y desaleatorización de las señales que salen del demodulador 301. Después de la demodulación, las señales se envían a un decodificador de LDPC 307, que intenta reconstruir los mensajes fuente originales generando mensajes, X'.

Con respecto al lado receptor, si las portadoras deseada e interferente utilizan la misma configuración (o modo) de modulación y codificación, cuando las cabeceras de trama (que se muestra en la FIG. 4A) están alineadas exactamente en el tiempo mientras que sus desfases de frecuencia relativos son pequeños, la interferencia puede provocar errores significativos en la estimación de fases para el demodulador. Como resultado, el demodulador puede generar errores periódicamente. Esta condición se produce cuando el reloj de frecuencia y de símbolo de las señales en cuestión están suficientemente próximos, aunque pueden dejarse llevar entre sí.

Estructura de trama

La FIG. 4A es un diagrama de una estructura de trama ejemplar utilizada en el sistema de la presente invención. A modo de ejemplo, se muestra una trama codificada por LDPC 400, que puede soportar, por ejemplo, retransmisión vía satélite y servicios interactivos. La trama 400 incluye una cabecera de la capa física (indicada como "PL Header") 401, que ocupa una ranura, así como otras ranuras 403 para datos u otra carga útil. Además, la trama 400, según una forma de realización de la presente invención, utiliza un bloque piloto 405 después de cada 16 ranuras para ayudar en la sincronización de la fase y frecuencia de la portadora. Cabe destacar que los bloques piloto 405 son opcionales. Aunque se muestra después de 16 ranuras 403, el bloque piloto (o secuencia piloto) 405, que puede representar un bloque aleatorizado, puede insertarse en cualquier lugar a lo largo de la trama 400.

En una forma de realización ejemplar, el proceso de inserción de piloto inserta bloques piloto cada 1.440 símbolos. En esta situación, el bloque piloto incluye 36 símbolos piloto. Por ejemplo, en la trama de la capa física 400, el primer bloque piloto se inserta por lo tanto al final de 1.440 símbolos de carga útil después de la PL Header 401, el segundo bloque piloto se inserta después de 2.880 símbolos de carga útil, y así sucesivamente. Si la posición del bloque piloto coincide con el comienzo de la siguiente PL Header 401, entonces no se inserta el bloque piloto 405.

El módulo de sincronización de la portadora 302 (FIG. 3), según una forma de realización de la presente invención, utiliza la PL Header 401 y/o el bloque piloto 405 para la sincronización de la frecuencia y fase de la portadora. La PL Header 401 y/o el bloque piloto 405 puede utilizarse para la sincronización de la portadora, es decir, para ayudar en la operación de adquisición de frecuencia y rastreo, y bucle de rastreo de fase. Como tal, la PL Header 401 y el bloque piloto 405 se consideran símbolos "de entrenamiento" o "piloto", y constituyen, individual o colectivamente, un bloque de entrenamiento.

Cada PL header 401 comprende por lo general una sección de inicio de trama (SOF) que comprende 26 símbolos, y un campo de código de señalización de la capa física (código PLS) que comprende 64 símbolos. Por lo general, la sección SOF es idéntica para todas las PL header 401 para todas las señales que se transmiten sin aleatorización adicional.

Para QPSK, 8PSK, y otras modulaciones, la secuencia piloto 405 es un segmento de 36 símbolos de longitud (siendo cada símbolo $(1+j)/\sqrt{2}$); es decir, 36 símbolos (PSK). En la trama 400, la secuencia piloto 405 puede insertarse después de 1.440 símbolos de datos. En esta situación, la PL Header 401 puede tener 64 formatos posibles dependiendo de la modulación, la codificación y la configuración del piloto.

Cuando las PL header 401 de la portadora interferente y de la portadora deseada (es decir, cocanales) están alineadas en el tiempo, la contribución coherente de la PL Header 401 interferente puede introducir un error de fase significativo, provocando una degradación inaceptable en el rendimiento. Asimismo, si ambos cocanales utilizan símbolos piloto (utilizando ambos la misma secuencia de código Gold para los bloques piloto 405), los bloques piloto 405 se aleatorizarán exactamente de la forma, de manera que la contribución coherente del bloque piloto en la portadora interferente (o cocanal) todavía es problemática.

Para mitigar el efecto de la interferencia cocanal, la trama 400 se aleatoriza, en modo piloto. En general, en este modo, la porción que no es cabecera 407 se aleatoriza con una secuencia de código Gold única para el transmisor. Esto se compara con un modo de retransmisión de la norma para la difusión de vídeo digital S2 (DVB-S2), por ejemplo, en la que toda la trama 400, incluido el bloque piloto 405, se aleatoriza utilizando un código común; por ejemplo, se suministra a todos los receptores 105 la misma secuencia Gold. El proceso de aleatorización se explica adicionalmente con respecto a las FIGS. 4B, 5, 6, 8 y 9. Tal como se utiliza en el presente documento, la secuencia piloto aleatorizada también se indica como "segmento piloto" de la trama 400.

Intercambio I y Q

Otro método que puede utilizarse según la presente invención es intercambiar las porciones en fase (I) y de fase en cuadratura (Q) de una señal al tiempo que se dejan intactas las fases de cocanal. Un intercambio de fase de este tipo destruirá la coherencia de fase en las tramas de datos de cocanal 400, lo que minimiza o evita la interferencia entre las dos tramas de datos 400 en los cocanales.

Aplicación de diferentes códigos de aleatorización a la PL Header

Como se aprecia en la FIG. 4B, para reducir el impacto de la interferencia cocanal, pueden utilizarse varios patrones de palabra única (UW) diferentes de la misma longitud que la PL header 401 para que los respectivos cocanales aleatoricen las PL header 401. Por ejemplo, puede realizarse una eXclusive-OR (mediante una lógica XOR 409) de los diferentes patrones de UW 411, 413 con la PL Header 401 para las portadoras deseada e interferente (es decir, cocanales). Con este enfoque, la potencia asociada con la PL Header 401 de la portadora interferente ya no se añade de manera coherente a la PL Header 401 de la portadora deseada.

Aunque la trama 400 se describe con respecto a una estructura que soporta retransmisión vía satélite y servicios interactivos (y compatible con la norma DVB-S2), se reconoce que las técnicas de sincronización de la portadora de la presente invención pueden aplicarse a otras estructuras de trama.

Además, las PL header 401 individuales pueden aleatorizarse antes de fijar la PL header 401 a la trama 400, y las PL header 401 individuales pueden aleatorizarse sin que sean aleatorizadas otras PL header 401. La invención prevé seleccionar códigos de aleatorización (o semillas para generar los códigos de aleatorización), o, como alternativa, no seleccionar ningún código de aleatorización, en base a la interferencia cocanal esperada entre dos tramas de datos 400. Las PL header pueden aleatorizarse de nuevo como parte de la aleatorización de la trama de datos 400 como se muestra en la FIG. 5, o encriptarse de otra forma utilizando un esquema de encriptación.

Los códigos 411 y 413 que se utilizan para aleatorizar la PL header 401 pueden ser códigos Gold como se describe en el presente documento, otros códigos sembrados u otros esquemas de codificación, sin alejarse del alcance de la presente invención. Tales códigos, o semillas para tales códigos, pueden seleccionarse de entre un número limitado de códigos o semillas, y tales códigos o semillas pueden enviarse al receptor 64 para su uso en la desaleatorización de las tramas de datos 400 para demodular y desaleatorizar las tramas 400. El limitado número de códigos o semillas puede seleccionarse en base a varios factores, incluido el número de satélites 32, o el número de interferencias cocanal esperadas en el sistema de comunicación 100.

Aleatorización del cocanal

La FIG. 5 es un diagrama de un aleatorizador de secuencia para aislar la interferencia cocanal, según una forma de realización de la presente invención. Un código de aleatorización es una secuencia compleja que puede construirse a partir de un código Gold, según una forma de realización de la presente invención. Es decir, un aleatorizador 209 genera una secuencia de aleatorización $R_n(i)$. La Tabla 1 define cómo la secuencia de aleatorización $R_n(i)$ aleatoriza la trama utilizando el aleatorizador 209, según el generador de secuencias de aleatorización de la FIG. 6. En particular, la Tabla 1 muestra el mapeo de un símbolo de entrada a un símbolo de salida en base a la salida del aleatorizador 209.

Tabla 1

$R_n(i)$	Entrada(i)	Salida(i)
0	$I+jQ$	$I+jQ$
1	$I+jQ$	$-Q+jI$
2	$I+jQ$	$-I-jQ$
3	$I+jQ$	$Q-jI$

Pueden generarse diferentes secuencias Gold utilizando diferentes semillas para cualquiera de estos dos generadores de m -secuencias. Utilizando diferentes semillas para diferentes servicios, puede reducirse la interferencia mutua.

En un modo de retransmisión, la cabecera de la capa física 401 de 90 símbolos puede permanecer constante para un canal físico particular. La secuencia Gold se restaura al comienzo de cada trama, y de esta manera, los pilotos aleatorizados son periódicos, así como con un período igual a la longitud de trama. Debido a que los datos que llevan información en una trama varían y parecen ser aleatorios, la interferencia cocanal es aleatoria y degrada la relación señal-ruido operativa. Sin utilizar este esquema, debido a la naturaleza de la invarianza del tiempo de la cabecera de la capa física 401 y el bloque piloto 405, la estimación de la portadora y la fase estará sesgada para un receptor dependiendo de estos pilotos y cabecera de la capa física para tal adquisición y rastreo. Esto degradará el rendimiento más allá de la degradación de la relación señal-ruido asociada con datos aleatorios.

El aleatorizador 209 utiliza diferentes secuencias de aleatorización (n en la FIG. 6) para aislar adicionalmente la interferencia cocanal. Se proporciona una secuencia de aleatorización para la cabecera de la capa física y una para los pilotos. Se especifican diferentes pilotos en términos de diferentes semillas del valor n de las secuencias Gold.

Como tal, la presente invención contempla la aleatorización separada de varias combinaciones de las PL header 401, los bloques piloto 405 y la carga útil 403 para mitigar la interferencia cocanal. Dependiendo de la complejidad del sistema, las PL header 401 y los bloques piloto 405 (si existen) para un determinado canal pueden

aleatorizarse utilizando un código diferente que el cocanal sin aleatorizar la carga útil 403. En esencia, todos los símbolos que no son carga útil 403 que están presentes en un canal 400 se aleatorizan utilizando un código, y todos los símbolos que no son carga útil 403 en otro canal 400 se aleatorizan utilizando un código diferente.

5 Además, las PL header 401 y los bloques piloto 405 (si existen) para dos canales diferentes pueden aleatorizarse utilizando diferentes códigos de aleatorización, y la carga útil 403 para esos canales puede aleatorizarse utilizando otros códigos. Por ejemplo, puede aplicarse una primera secuencia de aleatorización a una primera PL header 401, y puede aplicarse una segunda secuencia de aleatorización a una segunda PL header 401. La primera carga útil 403 tiene una tercera secuencia de aleatorización aplicada (por lo general un código Gold), y la
10 segunda carga útil tiene una cuarta secuencia de aleatorización aplicada (también por lo general un código Gold).

También se contempla dentro de la presente invención que pueda haber sistemas que utilicen pares de códigos apareados para la PL header 401 y la carga útil 403. Así que un determinado código de aleatorización utilizado en una PL header 401 se utiliza siempre con un código de aleatorización utilizado para aleatorizar la carga
15 útil 403 para esa PL header 401. Estos pares de códigos pueden aplicarse a cualquier señal 400, y pueden volver a asignarse de una señal 400 a otra señal 400 como se desee.

También se contempla dentro del alcance de la presente invención que cada señal de carga útil 403 dentro del sistema 20 reciba un código de aleatorización único. Además, cada PL header 401 puede recibir un código de aleatorización único, que puede aparearse con códigos de aleatorización para las cargas útiles 403 si se desea.

Aunque se describe como una sola secuencia de aleatorización para un determinado canal 400, la presente invención también contempla que las secuencias de aleatorización puedan cambiarse o rotarse después de haberse transmitido un determinado número de tramas. Las secuencias de aleatorización para la PL header 401, la carga útil
25 403, o ambas, pueden rotarse de forma aleatoria o periódica como se desee sin alejarse del alcance de la presente invención.

Diagrama generador de secuencias Gold

30 La FIG. 6 es un diagrama de un generador de secuencias de aleatorización ejemplar utilizado en el aleatorizador de la FIG. 5. Aunque en la FIG. 6 se muestra un generador de secuencias Gold, pueden utilizarse otros generadores de secuencias dentro de la presente invención sin alejarse del alcance de la presente invención. Utilizando diferentes secuencias para los cocanales, es decir, diferentes semillas de inicialización para cada uno de los cocanales, puede mitigarse la interferencia. En este ejemplo, un generador de secuencias Gold 700 emplea los
35 polinomios preferentes de $1+X^7+X^{18}$ y $1+Y^5+Y^7+Y^{10}+Y^{18}$. Por ejemplo, para sostener n cocanales, en una forma de realización ejemplar de la presente invención, las semillas pueden programarse en un generador de m-secuencias 701. Los polinomios se inicializan en base a la semilla dada para ese cocanal. Las semillas se generan, según una forma de realización de la presente invención, utilizando un algoritmo de búsqueda que minimiza la peor correlación cruzada entre cada par de los segmentos piloto de cocanal.

Generar diferentes secuencias PL

40 La FIG. 8 es un diagrama de flujo de un proceso para generar diferentes secuencias de la capa física, según una forma de realización de la presente invención. En la etapa 801, se asignan diferentes semillas de inicialización a los respectivos cocanales. A continuación, se generan secuencias Gold en base a las semillas, por
45 etapa 803. A continuación se construye una secuencia de aleatorización, como en la etapa 805, a partir de la secuencia Gold para cada servicio diferente. En la etapa 807, las secuencias de la capa física son devueltas por el aleatorizador 209.

50 La presente invención puede utilizar diferentes semillas de inicialización para cada uno de los canales, y, por lo tanto, cualquier señal piloto 405 en cada señal contendrá diferentes símbolos, lo que reduce en gran medida la correlación cruzada entre dos cocanales interferentes. Una vez que los símbolos piloto 405 son distinguibles, el demodulador 71 puede rastrear una trama de datos 400 basada casi totalmente en los símbolos piloto 405, lo que
55 minimiza la interferencia entre las tramas de datos 400.

La FIG. 9 es un diagrama de flujo de proceso para generar cabeceras físicas aleatorizadas, según una forma de realización de la presente invención. El transmisor 200 (de la FIG. 2A) recibe símbolos de entrada asociados con la cabecera física o secuencia piloto, como en la etapa 901. En la etapa 903, el transmisor mapea los
60 símbolos de entrada según una secuencia de aleatorización generada por el aleatorizador 209. A continuación se generan los símbolos de salida, por etapa 905. Después de ello, el transmisor devuelve una trama con una secuencia física aleatorizada y/o piloto aleatorizada (etapa 907).

La FIG. 10 es un diagrama de flujo de proceso para transmitir los parámetros de aleatorización, según una forma de realización de la presente invención. Como se ha analizado anteriormente, para el modo piloto, se emplean
65 diferentes secuencias Gold para diferentes servicios para reducir la interferencia cocanal. Además, el uso de diferentes patrones de UW de la misma longitud que la cabecera 401 puede minimizar la adición coherente de las

cabeceras 401. Por consiguiente, un receptor necesita la UW apropiada para desaleatorizar la PL Header 401, así como la secuencia Gold adecuada para desaleatorizar los datos de carga útil y el bloque piloto.

5 En la etapa 1001, el transmisor (por ejemplo, el transmisor 200) envía parámetros de aleatorización para cada una de las portadoras (cocanales) soportadas al receptor 64. Esto se realiza por lo general mediante la incorporación de los parámetros de aleatorización en la porción de guía avanzada de programas (APG) de la carga útil 403, que está disponible en al menos un transpondedor de los satélites 32. Por lo general, la porción APG de la carga útil 403 está disponible en cada transpondedor de los satélites 32, y el receptor 64 puede dirigirse para que reciba la APG en un transpondedor específico en el inicio si se necesita una dirección de este tipo al receptor 64.

10 Además, el transmisor 200 puede utilizar otros métodos para transmitir los códigos de aleatorización, tal como a través de líneas telefónicas que interactúan con el receptor 64 a través de la interfaz 82. Según una forma de realización de la presente invención, los parámetros de aleatorización incluyen un índice de los códigos de aleatorización, y el número de secuencia de aleatorización para cada portadora o canal. La portadora por defecto soporta una trama cuya PL header 401 no está aleatorizada y los datos de carga útil 403 (y el bloque piloto 405 si lo hay) son aleatorizados por una secuencia Gold por defecto, por ejemplo, la Secuencia N° 0. El receptor 65, como en la etapa 1003, sintoniza inicialmente esta portadora para obtener los parámetros de aleatorización, y almacena los conjuntos de parámetros de aleatorización para todas las portadoras que se reciban (por etapa 1005). Cuando el receptor cambia a otra portadora, como en la etapa 1007, se recuperan los parámetros de aleatorización particulares para la portadora, por etapa 1009. En particular, se recupera el índice almacenado para encontrar la UW correcta, así como el número de secuencia Gold almacenado. En la etapa 1011, las tramas recibidas sobre la portadora particular se desaleatorizan adecuadamente.

25 La FIG. 11 es un diagrama que muestra diversas formas de realización de la presente invención para la gestión de los parámetros de aleatorización. En este ejemplo, un sistema satelital 20 incluye una estación de transmisión 26 que almacena los parámetros de aleatorización 1100 en la memoria externa, es decir, una base de datos 1102, para todas las portadoras utilizadas en el sistema 20. Los parámetros de aleatorización pueden transmitirse a las estaciones receptoras 34A-34C a través de los satélites 32 utilizando dos enfoques.

30 En el primer enfoque, el receptor 34 mantiene todos los conjuntos de parámetros de aleatorización que corresponden a las portadoras que se asignan al receptor 34. De esta manera, la estación de transmisión 26 sólo necesita indicar la entrada en particular asociada con el conjunto adecuado de parámetros de aleatorización a utilizar por el receptor 34 para una portadora particular. Una orden de actualización sólo indica los índices de estas UW y número de secuencia Gold en la base de datos 1102 del receptor 34.

35 El segundo enfoque emplea un mecanismo de caché para las entradas de parámetros de aleatorización preseleccionadas o predesignadas, como se explica en la FIG. 12. Como tal, el receptor 34 incluye una memoria 78 para almacenar el conjunto predesignado de parámetros.

40 La FIG. 12 es un diagrama de flujo para desaleatorizar las tramas recibidas en base a los conjuntos predesignados de parámetros de aleatorización, según una forma de realización de la presente invención. Con este enfoque, se preseleccionan o predesignan k conjuntos de parámetros de aleatorización correspondientes a las portadoras a utilizar por el receptor 34, como en la etapa 1201. En otras palabras, en una tabla se almacenan sólo k UW preseleccionadas y k números de secuencia Gold. El valor de k puede configurarse según el tamaño de la memoria 78. Como resultado, la estación de transmisión 26 sólo necesita transmitir $2\log_2 k$ bytes para cada portadora. Además, si se mantiene una asociación fija entre UW y el número de secuencia Gold, el número de bytes transmitidos puede reducirse adicionalmente -- un número de bytes $\log_2 k$ para cada portadora. Por lo tanto, el receptor 34 almacena sólo k conjuntos de parámetros de aleatorización en la memoria 78, por etapa 1203.

50 Con este concepto de "caché", el receptor 34 no necesita ser instruido en cuanto a un conjunto particular de parámetro de aleatorización por la estación de transmisión 26. En este momento, si el receptor 34 determina que la estación de transmisión 26 ha indicado tal instrucción, por etapa 1205, el receptor 34 recupera el parámetro de aleatorización apropiado desde la memoria 78 y desaleatoriza las tramas recibidas sobre la portadora específica, como en la etapa 1207.

55 Como alternativa, el receptor 34 puede, por sí mismo, determinar una entrada válida, como en la etapa 1209, en la tabla de parámetros de aleatorización dentro de la memoria 78, suponiendo que k sea suficientemente pequeño para no sobrecargar la capacidad de procesamiento del receptor 34. El receptor 34 puede ejecutar un procedimiento de búsqueda para pasar por todos los posibles k conjuntos preseleccionados de UW y números de secuencia Gold almacenados en la memoria 78, sin recibir estos parámetros a través de una portadora por defecto, cuando el receptor sintoniza una primera portadora particular. Una vez que se encuentra el conjunto válido o correcto de UW y el número de secuencia Gold para una portadora particular después de la búsqueda, la información puede almacenarse, por etapa 1211, en la memoria 78 para esta portadora. A continuación, esta información se utiliza para desaleatorizar la trama (etapa 1213). Por consiguiente, este conjunto válido de parámetros de aleatorización se utiliza en el futuro sin búsqueda adicional cuando sea necesite.

65

Según el enfoque anterior, se proporciona gran flexibilidad a cómo los parámetros de aleatorización se transmiten al receptor 34. La estación de transmisión 26 puede actualizar los k conjuntos de UW y números de secuencias Gold limitados mediante la programación remota. Mientras haya k conjuntos internos de UW y números de secuencia Gold almacenados en la memoria 78 del receptor 34, cada uno de los conjuntos puede ser reemplazado por orden remota por la estación de transmisión 26 con una nueva UW y número de secuencia Gold. Por ejemplo, en una actualización de caché remota, se transmite una longitud total de la UW, y el número de secuencia Gold (por ejemplo, 18 bytes) junto con el índice.

Los procesos de las FIGS. 8-10 y 12 proporcionan ventajosamente una interferencia cocanal reducida, potenciando así el rendimiento del receptor. Estos procesos pueden ponerse en práctica como software y/o hardware, tal como se explica en la FIG. 13.

Modos de modulación por desplazamiento alternativos

Otro método de la presente invención es el uso de diferentes modos de modulación por desplazamiento dentro de cada una de las tramas de datos 400. Por lo general, un modo de transmisión OPSK será más resistente a los efectos de interferencia PL Header 401 que un modo de transmisión 8PSK. Como tal, algunas de las tramas de datos 400 pueden transmitirse en un primer modo PSK, y otras tramas 400 pueden transmitirse en un segundo modo PSK, lo que reducirá el número de bytes/símbolos de las tramas de datos 400 que interfieren constructivamente. Además, pueden transmitirse bloques piloto 405, PL header 401 o ranuras 403 individuales en diferentes modos PSK o ASK para reducir adicionalmente la interferencia constructiva y, por lo tanto, reducir o eliminar la interferencia cocanal.

Detección del apartamiento del rastreo de fases

Otro método según la presente invención para reducir los efectos de interferencia cocanal es detectar cuándo el demodulador 71 o, por lo general, el módulo de sincronización de la portadora 302 dentro del demodulador 1, está siendo alejado de manera abrupta o anormal del rastreo de una fase específica de una determinada trama codificada 400. Un alejamiento de este tipo o "apartamiento" del rastreo de fase indicaría la presencia de la trama de datos interferente, y el módulo de sincronización de la portadora 302 puede entonces elegir no actualizar el rastreo de fase de la PL header 401 o los símbolos piloto 405. Aunque la fase de una determinada señal o trama codificada 400 puede cambiar lentamente, el módulo de sincronización de la portadora 402 puede utilizar un rastreo de fase de referencia para mantener el rastreo de fase de una determinada señal si se desea.

Como tal, la presente invención puede utilizar el módulo de sincronización de la portadora 302 para determinar la presencia de una trama codificada interferente 400, y se puede elegir actualizar la información de rastreo de fase del módulo de sincronización de la portadora 302, o ignorar la información de rastreo de fase, para permitir al módulo de sincronización de la portadora 302 rastrear la frecuencia de la portadora ya adquirida para una determinada trama codificada 400. El módulo de sincronización de la portadora 302 puede utilizar modelos estadísticos u otros métodos para determinar cómo realizar el rastreo de la fase de la trama codificada deseada 400 en vez de vaciar la información de rastreo de fase provocada por la presencia de la trama codificada no deseada e interferente 400.

Cambio en la secuencia de SOF

La presente invención también prevé que las tramas codificadas interferentes 400 puedan tener un código de aleatorización y/o una secuencia de inicio de trama (SOF) diferente de las tramas codificadas 400 que pueden verse influidas por tal interferencia cocanal. Por lo general, la SOF es los primeros veintiséis bytes de la PL Header 401 de noventa bytes, pero la SOF puede ser una cantidad mayor o menor de bytes. Además, aunque se describen cambios en la secuencia de SOF, estas técnicas pueden aplicarse a cualquier porción de la PL header 401 si se desea. A continuación, el demodulador 71 puede buscar una SOF diferente en la PL header 401 cuando se le pide que sintonice una u otra de las tramas codificadas 400, y ser capaz de mantener la señal deseada y no ser apartado por la interferencia cocanal.

Además, las diferentes secuencias de SOF pueden seleccionarse de un grupo de un número limitado de secuencias de SOF, y este número limitado de secuencias de SOF puede almacenarse en el receptor 64 de manera que el receptor 64 pueda detectar o encontrar una secuencia de SOF específica en una PL Header 401 cuando sea necesario.

Desfase de temporización de la trama de transmisión

Como se muestra en la FIG. 7, es posible tener dos tramas 601, 605 desfasadas en el tiempo. Las tramas de datos 400 pueden estar desfasadas en términos de tiempo como se muestra en la FIG. 7, por ejemplo, una trama de datos 400 se inicia primero, y la trama de datos interferente 400 se retarda una determinada porción de o un número completo de símbolos, de manera que la porción SOF de la PL header 401 se produzca en distintos momentos para cada una de las tramas de datos, y no interfieran constructivamente entre sí. Esto permitirá que el

sintonizador 70 o el demodulador 71 sepan cuál de las tramas de datos 400 se ha recibido en base al desfase temporal y/o de frecuencia conocido para las tramas de datos, o mediante el procesamiento de la señal más fuerte, que es presumiblemente la señal deseada, y a continuación demodular la trama de datos adecuada 400. Las tramas de datos 400 pueden estar desfasadas cualquier longitud superior a un intervalo de símbolo.

5

Desfase de frecuencia de transmisión

Otro método de la presente invención es desfasar la frecuencia de transmisión de las tramas de datos 601, 606 una pequeña cantidad, por ejemplo, 1 MHz, de manera que el demodulador 71 pueda buscar la porción SOF de la PL header 401 en un espacio de frecuencias diferente para una determinada trama de datos 400. El número de desfases, y en qué dirección, por ejemplo, ya sea hacia arriba o hacia abajo en términos de frecuencia, puede basarse en el número de tramas de datos 400, o haces de enlace descendente del satélite 32, que estarán presente simultáneamente y que podrían provocar la interferencia cocanal.

10

Transmisión de información

La FIGS. 13A-B son diagramas de flujo que presentan procesos ilustrativos que pueden utilizarse para transmitir información utilizando los principios anteriormente indicados.

20

La FIG. 13A es un diagrama de flujo que presenta etapas ilustrativas en las que las cabeceras de una primera y una segunda señal se aleatorizan antes de su transmisión sobre diferentes canales. El recuadro 1300 representa la aleatorización de una primera cabecera de la primera señal utilizando un primer código de aleatorización. El recuadro 1302 representa la aleatorización de una segunda cabecera de la segunda señal mediante un segundo código de aleatorización. El recuadro 1304 representa la transmisión de la primera señal y de la segunda señal con la primera cabecera codificada y la segunda cabecera codificada sobre diferentes canales del sistema de comunicación.

25

La FIG. 13B es un diagrama de flujo que presenta etapas ilustrativas en las que las cabeceras y la carga útil de las señales se aleatorizan utilizando códigos de aleatorización y Gold, respectivamente. El recuadro 1306 representa la aleatorización de una primera cabecera de la primera señal utilizando un primer código de aleatorización. El recuadro 1308 representa la aleatorización de una primera carga útil de la primera señal utilizando un primer código Gold. El recuadro 1310 representa la aleatorización de una segunda cabecera de la segunda señal utilizando un segundo código de aleatorización. El recuadro 1312 representa la aleatorización de una segunda carga útil de la segunda señal utilizando un segundo código Gold. El recuadro 1314 representa la transmisión de la primera señal y la segunda señal con la primera cabecera aleatorizada y la segunda cabecera aleatorizada sobre diferentes canales del sistema de comunicación.

30

35

Identificación de la interferencia cocanal

Puede introducirse interferencia cocanal (CCI) en una red de retransmisión por satélite de varias maneras, incluso por transmisiones de haz puntual geográficamente contiguas y diafonía en diferentes componentes, tales como multiconmutadores y polarización cruzada. En el presente documento se describe un método y un sistema que puede detectar y posiblemente identificar las señales de CCI si existe una CCI dominante con una I/N tan baja como -4 dB, donde I representa la potencia de interferencia y N representa la potencia de ruido, las distorsiones lineales, las distorsiones no lineales y otros deterioros. Si la señal de CCI es una señal de modulación avanzada y se codifica utilizando la corrección de errores sin canal de retorno LDPC/BCH, la técnica puede identificar la señal interferente procesando las estadísticas de la sincronización de trama en base al código de aleatorización único de la señal transmitida.

40

45

El sistema y el método descritos en el presente documento utilizan técnicas ideadas para decodificar la señal de modulación en capas (LM). En la técnica LM (que se describe, por ejemplo, en la patente de EE.UU. N° 7.209.524) se transmiten dos señales simultáneamente con espectros idénticos o solapantes. Las dos señales pueden utilizar los mismos o diferentes esquemas de modulación y de corrección de errores sin canal de retorno, pero las dos señales tienen diferentes potencias. El procesamiento funciona descodificando primero la señal de mayor potencia. Si se realiza con éxito la decodificación sin errores de la señal, los datos se recodifican y se remodula la señal. También pueden incluirse en la señal reconstruida deterioros adicionales, tales como el desfase de frecuencia de la portadora, distorsiones lineales o no lineales. A continuación, se sustrae la forma de onda reconstruida de la señal compuesta, dejando la señal de menor potencia o señal interferente, el ruido, las distorsiones no compensadas y los errores de demodulación.

50

55

60

Las FIGS. 14 y 15 son diagramas que representan una técnica representativa para identificar la interferencia cocanal, y una forma de realización de un aparato que puede utilizarse para realizar la técnica. En la FIG. 15, los bloques con bordes continuos (1504, 1506, 1508, 1510, 1512, 1514, 1516 y 1518) están asociados con la señal deseada, los bloques de puntos y rayas (1520, 1524, 1526, 1528 y 1530) son los que están asociados con la extracción de la señal interferente, y los bloques en negrita (1532, 1534, 1536 y 1538) están asociados con la señal interferente.

65

Haciendo referencia a la FIG. 14, la señal compuesta 1502 se demodula, como se muestra en el bloque 1404. La señal compuesta 1502 incluye una señal deseada que tiene datos deseados y señal interferente. La demodulación de la señal compuesta incluye el proceso de recuperación de temporización y de recuperación de portadora, por lo tanto el demodulador 1503 comprende un módulo de recuperación de temporización 1504 y un módulo de recuperación de portadora 1511 que se ilustran en la FIG. 15.

El módulo de recuperación de temporización 1504 obtiene la señal compuesta 1502 de una antena 60, que puede incluir un convertidor de bloque de bajo ruido (LNB) para desplazar la frecuencia de la energía recibida a frecuencias más bajas. El módulo de recuperación de temporización 1504 incluye un módulo estimador de frecuencia gruesa opcional 1506, un módulo de filtro pasa baja 1508 y un módulo de bucle de recuperación de temporización 1510.

El módulo estimador de frecuencia gruesa 1506 reduce la incertidumbre de la estimación de la frecuencia de la portadora de la señal. Para este módulo puede utilizarse un algoritmo "delay and multiply" (DM). El algoritmo DM se basa en el principio de que puede realizarse la estimación de la frecuencia de la portadora mediante la diferencia de fase entre dos muestras de tiempo adyacentes.

El módulo de filtro pasa baja 1508 realiza el filtrado pasa baja de la señal del módulo estimador de frecuencia **coarse** (gruesa) para eliminar el ruido. A continuación, se aplica la señal resultante a un módulo de control automático de ganancia (AGC) (no mostrado) de manera que la entrada al módulo de bucle de recuperación de temporización 1510 sea de amplitud relativamente constante.

A continuación se aplica la señal a un módulo de bucle de recuperación de temporización 1510 para producir una señal compuesta al menos parcialmente demodulada 1513. El módulo de bucle de recuperación de temporización 1510 obtiene la sincronización de símbolo. Para lograrlo, el módulo de bucle de recuperación de temporización 1510 determina la frecuencia de muestreo, y la fase de muestreo. La determinación y bloqueo de la frecuencia de muestreo requiere realizar la estimación del periodo de símbolo de manera que puedan tomarse muestras a la velocidad correcta. Aunque debería conocerse la frecuencia de muestreo (por ejemplo, por lo general se conoce la tasa de símbolos del sistema), la deriva del oscilador introducirá desviaciones de la tasa de símbolos indicada. La determinación y bloqueo de la fase de muestreo implica determinar el tiempo correcto dentro de un periodo de símbolo para tomar una muestra. Debido a las limitaciones de ancho de banda y otras limitaciones, las formas reales del pulso de símbolo tienen por lo general un pico cerca del centro del periodo de símbolo. El muestreo del símbolo en este pico da como resultado la mejor relación señal-ruido y eliminará idealmente la interferencia entre símbolos de símbolos adyacentes.

A continuación, la señal al menos parcialmente demodulada 1513 se aplica al módulo de recuperación de portadora 1511 para completar el proceso de demodulación. El demodulador 1511 incluye un sincronizador de tramas 1512, un estimador de frecuencia fina 1514 y un bucle de recuperación de portadora (CRL) 1516.

El sincronizador de trama 1512 encuentra el inicio de la trama (SOF) para las tramas de datos entrantes en base a las cabeceras (90 símbolos) de la trama de la capa física (PLFrame). La información requerida para determinar la SOF depende de las características de la señal recibida. La SOF puede determinarse a partir de la señal piloto, el código de aleatorización, u otra información. La información necesaria para determinar la SOF (tipo de modulación de la señal, si el piloto está activado o desactivado, las velocidades de codificación, etc.) se conoce por lo general a priori.

Como todos los símbolos están disponibles cuando se lee y procesa la señal de entrada, la probabilidad de detección de trama es por lo general del 99% a una CNR = 1 dB, y la probabilidad de falsa detección es por lo general inferior al 1%. Para una CNR tan baja como -4 dB, la probabilidad de detección es de aproximadamente un 36%. Estas estadísticas pueden utilizarse en la identificación de la ID de aleatorización aunque la señal que está siendo identificada esté profundamente enterrada en el ruido de fondo.

La salida del sincronizador de tramas 1512 se proporciona a un módulo de estimación de frecuencia fina 1514. Este módulo reduce adicionalmente la incertidumbre de frecuencia para asegurar que la recuperación de portadora que sigue estará relativamente libre de errores, especialmente para los modos 8PSK con pilotos. La salida de este módulo se proporciona al módulo de bucle de recuperación de portadora (CRL) 1516.

El módulo CRL 1516 elimina la señal de portadora sinusoidal residual en la señal compuesta 1502. La demodulación de la señal recibida se logra en su mayor parte utilizando un oscilador local y un mezclador en el sintonizador. Idealmente, el oscilador utilizado para modular la señal y el oscilador utilizado en el módulo CRL 1516 para demodular la señal recibida están sincronizados en frecuencia y fase. Sin embargo, en la práctica, la frecuencia del oscilador de modulación o del oscilador local puede cambiar o derivar con el tiempo. Por lo tanto, en lugar de la demodulación llevando la señal a la banda base, la señal quedará cerca de la banda base con algo de desfase de frecuencia, haciendo que rote la constelación de la señal recibida. El módulo CRL 1516 elimina este desfase de frecuencia utilizando un sistema de bucle cerrado, permitiendo así que la señal sea procesada en la banda base sin rotación.

Si la señal compuesta 1502 estuviese codificada, la salida del módulo CRL 1516 es decodificada por el decodificador 1518, produciendo así los datos deseados.

5 Haciendo referencia de nuevo a la FIG. 14, los datos deseados se remodulan para generar una señal deseada reconstruida 1527, como se muestra en el bloque 1406. Esto puede lograrse mediante el remodulador 1522 que se muestra en la FIG. 15. Si la señal compuesta 1502 estuviese codificada, los datos deseados son recodificados por el codificador 1520 antes de proporcionarse al remodulador 1522. El remodulador 1522 remodula los datos para generar la señal deseada reconstruida 1527. Esta señal deseada reconstruida se sustrae más tarde de la señal al menos parcialmente demodulada 1513. La señal deseada reconstruida puede ser opcionalmente conformada en pulsos por el módulo de modulación y conformación de pulsos 1524 y compensada en fase y en frecuencia por el módulo de compensación de frecuencia y fase 1526 utilizando la información del módulo de estimación de frecuencia fina 1514 y del módulo CRL 1516.

15 Haciendo referencia de nuevo a la FIG. 14, la señal deseada reconstruida se sustrae de la señal compuesta al menos parcialmente demodulada para generar una señal interferente 1531, como se muestra en el bloque 1408. Esto puede lograrse mediante el módulo de cancelación de señal 1530 representado en la FIG. 15. En una forma de realización, el módulo de cancelación de señal 1530 comprende un sustractor (1533) para sustraer la señal deseada reconstruida 1527 de la señal recibida 1513, y también puede comprender módulos adicionales que compensen las distorsiones y no linealidades del canal de retransmisión.

20 El procesamiento necesario para realizar las operaciones representadas en los bloques 1511 y 1522 puede requerir una cantidad significativa de tiempo. Por lo tanto, la señal recibida 1513 puede ser retardada por el módulo de retardo 1528 la misma cantidad de tiempo para asegurar que la sustracción de la señal deseada reconstruida 1527 de la señal recibida 1513 proporcione la señal interferente 1531 como se desea.

25 Para identificar la señal, se utiliza una pluralidad (N) de códigos de aleatorización para demodular al menos parcialmente la señal interferente 1531, y se examinan las estadísticas de una detección SOF forzada resultado de la aplicación de cada código de aleatorización. Cuando se utiliza el código de aleatorización incorrecto, la SOF resultante se distribuirá al azar en el tiempo, pero cuando se utiliza el código de aleatorización correcto, la SOF se distribuirá de forma sistemática en el tiempo.

35 La señal interferente se demodula al menos parcialmente, utilizando un primer código de entre N códigos de aleatorización para generar una señal interferente al menos parcialmente demodulada, como se muestra en el bloque 1410. La demodulación parcial de la señal interferente puede realizarse mediante los bloques 1532-1538 de la FIG. 15. En esta forma de realización, la señal interferente se suministra a un estimador de frecuencia gruesa 1532, que opera de forma análoga al estimador de frecuencia gruesa 1506 del módulo de recuperación de temporización 1504 en cuanto a que reduce la incertidumbre de la estimación de la frecuencia de la portadora de la señal (en este caso, la portadora de la señal interferente). A continuación, la señal se suministra a un filtro pasa baja 1534 y un bucle de recuperación de temporización 1536, y un sincronizador de trama 1538, que realizan operaciones análogas a las del filtro pasa baja 1508, el bucle de recuperación de temporización 1510 y el sincronizador de trama 1512, respectivamente.

40 Se genera una estadística de la señal interferente al menos parcialmente demodulada como se muestra en el bloque 1412. Esto puede lograrse, por ejemplo, mediante el analizador de señal 1540 que se muestra en la FIG. 15.

45 Las etapas 1410-1412 se repiten con otro de los N códigos de aleatorización hasta que se prueban todos los códigos de aleatorización candidatos, como se muestra en los bloques 1412 y 1414. Esto da como resultado una pluralidad de estadísticas para cada uno de los códigos de aleatorización candidatos. Finalmente, como se muestra en el bloque 1416, la señal interferente se identifica comparando las estadísticas generadas para cada uno de los códigos de aleatorización.

50 En una forma de realización, la estadística de la señal interferente al menos parcialmente demodulada es una estadística de sincronización. Por ejemplo, la señal interferente al menos parcialmente demodulada puede comprender una pluralidad de tramas, cada una con un tiempo SOF detectado. En este caso, la estadística generada para cada código de aleatorización puede referenciarse al tiempo SOF de inicio de todas las SOF posteriores de la señal parcialmente demodulada.

55 La FIG. 16 es un diagrama que ilustra las estadísticas ejemplares para la señal interferente al menos parcialmente demodulada. El gráfico superior es un histograma que ilustra 12 "bins" temporales para el tiempo SOF, e indica el número de tramas para las que se produjo la SOF dentro de ese bin temporal. Por ejemplo, el histograma superior indica que más tramas tenían una SOF en el intervalo temporal correspondiente al bin 1 que en el bin 2. El mayor número de tramas tenía un tiempo SOF dentro del bin 7 y el menor dentro del bin 11. Sin embargo, aunque el gráfico superior incluye un bin que tiene el mayor número de trama (bin 7) y uno con el menor número de bins (bin 11), ninguno de los bins tiene un número sustancialmente mayor de tramas que los demás bins. Esto ocurre también con el histograma del medio (generado con un segundo código de aleatorización). Por el contrario, el histograma

inferior (generado para el código de aleatorización *M*) muestra que dos de los bins (6 y 7) tienen significativamente más tramas que el resto (1-5 y 8-12). Esto es un indicio de que el código de aleatorización *M* pertenece a la señal interferente. Mediante una tabla, base de datos, u otra relación almacenada en el receptor que mapea el código de aleatorización a la señal, puede identificarse por tanto la señal interferente como la señal asociada con el código de aleatorización *M*.

En la forma de realización descrita anteriormente, se compararon los histogramas de la temporización SOF para identificar la señal interferente. Sin embargo, la presente invención puede ponerse en práctica utilizando otras estadísticas. Por ejemplo, en lugar de generar histogramas del tiempo SOF, el sistema puede simplemente generar una varianza (o desviación estándar) del tiempo SOF para cada código de aleatorización, e identificar la señal interferente como la señal asociada con el código de aleatorización que da como resultado la varianza más baja para el tiempo SOF.

La FIG. 17 ilustra un sistema informático ejemplar 1700 que podría utilizarse para poner en práctica la presente invención. El ordenador 1702 comprende un procesador 1704 y una memoria, tal como la memoria de acceso aleatorio (RAM) 1706. El ordenador 1702 está acoplado operativamente a una pantalla 1722, que presenta imágenes tales como ventanas al usuario en una interfaz gráfica de usuario 1718B. El ordenador 1702 puede estar acoplado a otros dispositivos, tales como un teclado 1714, un dispositivo de ratón 1716, una impresora, etc. Por supuesto, los expertos en la materia reconocerán que puede utilizarse cualquier combinación de los componentes anteriormente indicados, o multitud de diferentes componentes, periféricos y otros dispositivos, con el ordenador 1702.

En general, el ordenador 1702 opera bajo el control de un sistema operativo 1708 almacenado en la memoria 1706, e interacciona con el usuario para aceptar entradas y órdenes y para presentar los resultados a través de un módulo de interfaz gráfica de usuario (GUI) 1718A. Aunque el módulo GUI 1718A se representa como un módulo separado, las instrucciones que realizan las funciones GUI pueden residir o estar distribuidas en el sistema operativo 1708, el programa informático 1710, o implementadas con memoria de propósito especial y procesadores. El ordenador 1702 también implementa un compilador 1712 que permite que un programa de aplicación 1710 escrito en un lenguaje de programación tal como COBOL, C++, FORTRAN, u otro lenguaje sea traducido a un código legible por el procesador 1704. Después de la finalización, la aplicación 1710 accede a y manipula los datos almacenados en la memoria 1706 del ordenador 1702 utilizando las relaciones y la lógica que se generaron utilizando el compilador 1712. El ordenador 1702 también comprende opcionalmente un dispositivo de comunicación externo tal como un módem, enlace satelital, tarjeta de Ethernet u otro dispositivo para comunicarse con otros ordenadores.

En una forma de realización, las instrucciones que implementan el sistema operativo 1708, el programa informático 1710 y el compilador 1712 se materializan de manera tangible en un medio legible por ordenador, por ejemplo, el dispositivo de almacenamiento de datos 1720, que podría incluir uno o más dispositivos de almacenamiento de datos fijos o extraíbles, tal como una unidad zip, una unidad de disquete 1724, unidad de disco duro, unidad de CD-ROM, unidad de cinta, etc. Además, el sistema operativo 1708 y el programa informático 1710 comprenden instrucciones que, cuando son leídas y ejecutadas por el ordenador 1702, hacen que el ordenador 1702 realice las etapas necesarias para poner en práctica y/o utilizar la presente invención. El programa informático 1710 y/o las instrucciones de funcionamiento también pueden estar materializados de manera tangible en la memoria 1706 y/o en los dispositivos de comunicaciones de datos 130, creando así un artículo de fabricación o producto de programa informático según la invención. Como tal, las expresiones "artículo de fabricación", "dispositivo de almacenamiento de programa" y "producto de programa informático" tal como se utilizan en el presente documento pretenden abarcar un programa informático accesible desde cualquier medio o dispositivo legible por ordenador.

CONCLUSIÓN

En resumen, la presente invención comprende métodos y aparatos para minimizar la interferencia cocanal en sistemas de comunicaciones. Se pretende que el alcance de la invención no quede limitado por esta descripción detallada, sino más bien por las reivindicaciones adjuntas a la misma y los equivalentes de la misma. La anterior especificación, ejemplos y datos proporcionan una descripción completa de la fabricación y del uso de la composición de la invención. Dado que pueden hacerse muchas formas de realización de la invención sin alejarse del alcance de la invención, la invención radica en las reivindicaciones anexas a continuación.

Reivindicaciones

- 5 1. En un sistema (100) que recibe una señal compuesta (1502) que comprende una señal deseada que tiene datos deseados y una señal interferente que tiene datos de interferencia, método de identificación de la señal interferente, que comprende las etapas de:
- 10 a) demodular (1404) la señal compuesta para producir los datos deseados;
 b) remodular (1406) los datos deseados para generar una señal deseada reconstruida; y
 c) sustraer (1408) la señal deseada reconstruida de una señal compuesta al menos parcialmente demodulada para generar la señal interferente;
caracterizado porque el método comprende:
- 15 d) demodular al menos parcialmente (1410) la señal interferente utilizando un primer código de aleatorización para producir una primera señal interferente demodulada;
 e) calcular (1412) una estadística de la señal interferente demodulada, en la que la estadística es una estadística de sincronización;
 f) repetir las etapas d) a e) para generar una pluralidad de estadísticas de la señal demodulada, una estadística para cada uno de entre una pluralidad de códigos de aleatorización asociados; e
 g) identificar (1416) la señal interferente en función de una comparación de la pluralidad de estadísticas.
- 20 2. Método según la reivindicación 1, en el que:
- la etapa de demodular al menos parcialmente la señal interferente utilizando el primer código de aleatorización para producir la primera señal demodulada comprende la etapa de recuperar la temporización de la señal interferente; y
- 25 los datos de interferencia comprenden una pluralidad de tramas y la estadística es una estadística de sincronización de trama.
3. Método según la reivindicación 2, en el que la etapa de calcular la estadística de la señal interferente demodulada comprende la etapa de generar un histograma de la característica de sincronización de trama de la señal interferente demodulada.
- 30 4. Método según la reivindicación 3, en el que la etapa de identificar la señal interferente en función de una comparación de la pluralidad de estadísticas comprende la etapa de:
- 35 identificar la señal interferente como la señal asociada con un histograma que tiene la varianza más baja de la pluralidad de histogramas.
5. Método según la reivindicación 1, en el que:
- 40 la etapa de demodular la señal compuesta para producir los datos deseados comprende la etapa de demodular y decodificar la señal compuesta para producir los datos deseados; y
 la etapa de remodular los datos deseados para generar la señal deseada reconstruida comprende la etapa de recodificar y remodular los datos deseados para generar la señal interferente.
- 45 6. Sistema (100) para identificar una señal interferente a partir de una señal compuesta recibida que comprende una señal deseada que tiene datos deseados y una señal interferente que comprenden datos de interferencia, que comprende:
- 50 medios (1503) para demodular la señal compuesta recibida para producir los datos deseados;
 medios (1522) para remodular los datos deseados para generar una señal deseada reconstruida; y
 medios (1533) para sustraer la señal deseada reconstruida de una señal compuesta al menos parcialmente demodulada para generar la señal interferente;
caracterizado porque el sistema comprende:
- 55 medios (1504) para generar una pluralidad de señales interferentes al menos parcialmente demoduladas a partir de la señal interferente, siendo generada cada señal de la pluralidad de señales interferentes al menos parcialmente demoduladas con uno de entre una pluralidad de códigos de aleatorización asociados;
 medios (1540) para calcular una estadística para cada señal de la pluralidad de señales al menos parcialmente demoduladas, en los que la estadística es una estadística de sincronización;
- 60 medios (1540) para identificar la señal interferente en función de una comparación de la pluralidad de estadísticas.
7. Sistema según la reivindicación 6, en el que:

los medios para demodular al menos parcialmente la señal interferente utilizando el primer código de aleatorización para producir la primera señal demodulada comprenden unos medios (1510) para recuperar la temporización de la señal interferente.

5 8. Sistema según la reivindicación 7, en el que los datos de interferencia comprenden una pluralidad de tramas y la estadística es una estadística de sincronización de trama.

10 9. Sistema según la reivindicación 8, en el que los medios para calcular la estadística de la señal interferente demodulada comprenden un medio para generar un histograma de la característica de sincronización de trama de la señal interferente demodulada.

15 10. Sistema según la reivindicación 9, en el que los medios para identificar la señal interferente en función de una comparación de la pluralidad de estadísticas comprenden medios para identificar la señal interferente como la señal asociada con un histograma que tiene la varianza más baja de la pluralidad de histogramas.

11. Sistema según la reivindicación 6, en el que:

20 los medios para demodular la señal compuesta para producir los datos deseados comprenden los medios para demodular y decodificar la señal compuesta para producir los datos deseados; y los medios para remodular los datos deseados para generar la señal deseada reconstruida comprenden medios para recodificar y remodular los datos deseados para generar la señal interferente.

12. Sistema según la reivindicación 7, en el que:

25 los medios para demodular comprenden un demodulador para demodular la señal compuesta para producir los datos deseados;

los medios para remodular comprenden un demodulador, acoplado al demodulador para remodular los datos deseados para generar una señal deseada reconstruida;

30 los medios para sustraer comprenden un sustractor, acoplado al remodulador, siendo el sustractor para sustraer la señal deseada reconstruida de una señal compuesta al menos parcialmente demodulada para generar la señal interferente;

35 los medios para generar una pluralidad de señales interferentes al menos parcialmente demoduladas a partir de la señal interferente comprenden un bucle de recuperación de temporización, acoplado al sustractor, siendo el bucle de recuperación de temporización para generar una pluralidad de señales interferentes al menos parcialmente demoduladas a partir de la señal interferente, siendo generada cada señal de la pluralidad de señales interferentes al menos parcialmente demoduladas con uno de entre una pluralidad de códigos de aleatorización asociados; y

40 los medios para calcular una estadística y para identificar la señal interferente, comprenden un analizador de señal, acoplado a un segundo demodulador para calcular una estadística para cada señal de la pluralidad de señales interferentes al menos parcialmente demoduladas y para identificar la señal interferente en función de una comparación de la pluralidad de estadísticas.

45 13. Sistema según la reivindicación 12, en el que los datos de interferencia comprenden una pluralidad de tramas y la estadística es una estadística de sincronización de trama.

14. Sistema según la reivindicación 13, en el que el analizador de señal comprende generar un histograma de la característica de sincronización de trama de cada señal de la pluralidad de señales interferentes demoduladas.

50 15. Sistema según la reivindicación 14, en el que el analizador de señal identifica la señal interferente en función de la comparación de la pluralidad de estadísticas identificando la señal interferente como la señal interferente al menos parcialmente demodulada asociada con un histograma que tiene la varianza más baja de la pluralidad de histogramas.

55 16. Sistema según la reivindicación 12, que comprende adicionalmente:

un decodificador (1518) acoplado entre el demodulador y el remodulador; y un recodificador (1520), acoplado entre el demodulador y el sustractor.

60

65

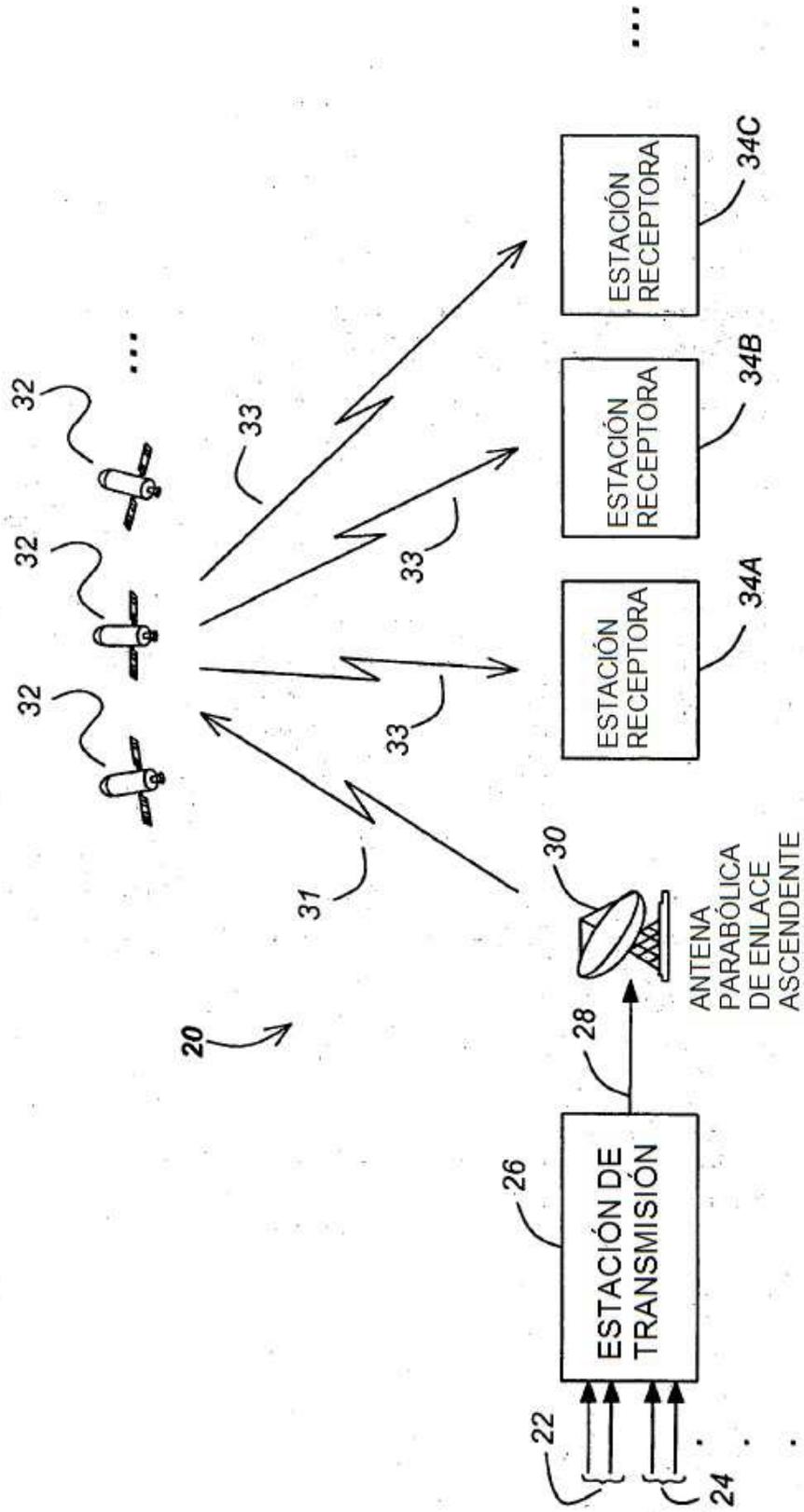


FIG. 1A

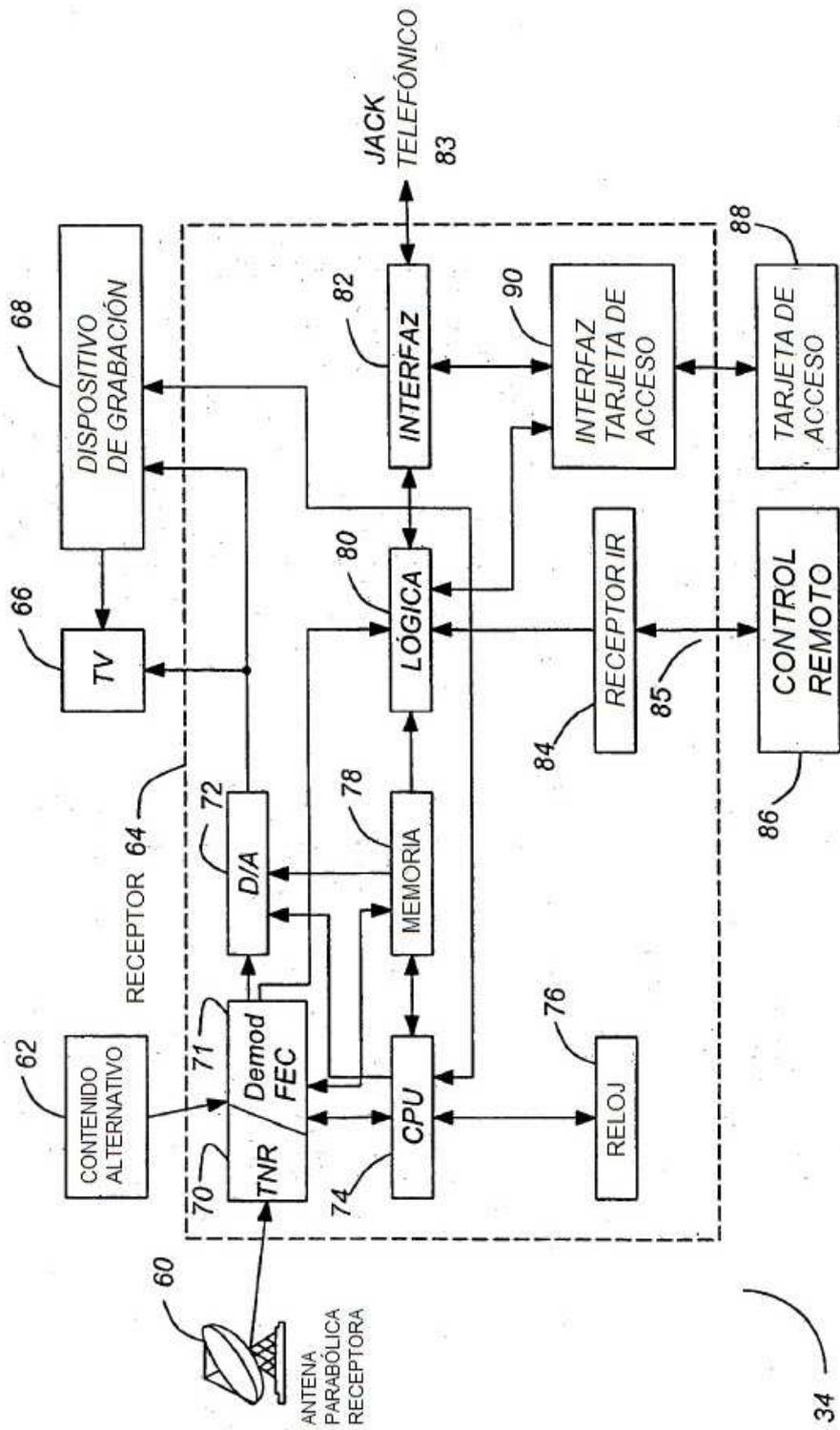


FIG. 1B

FIG. 2A

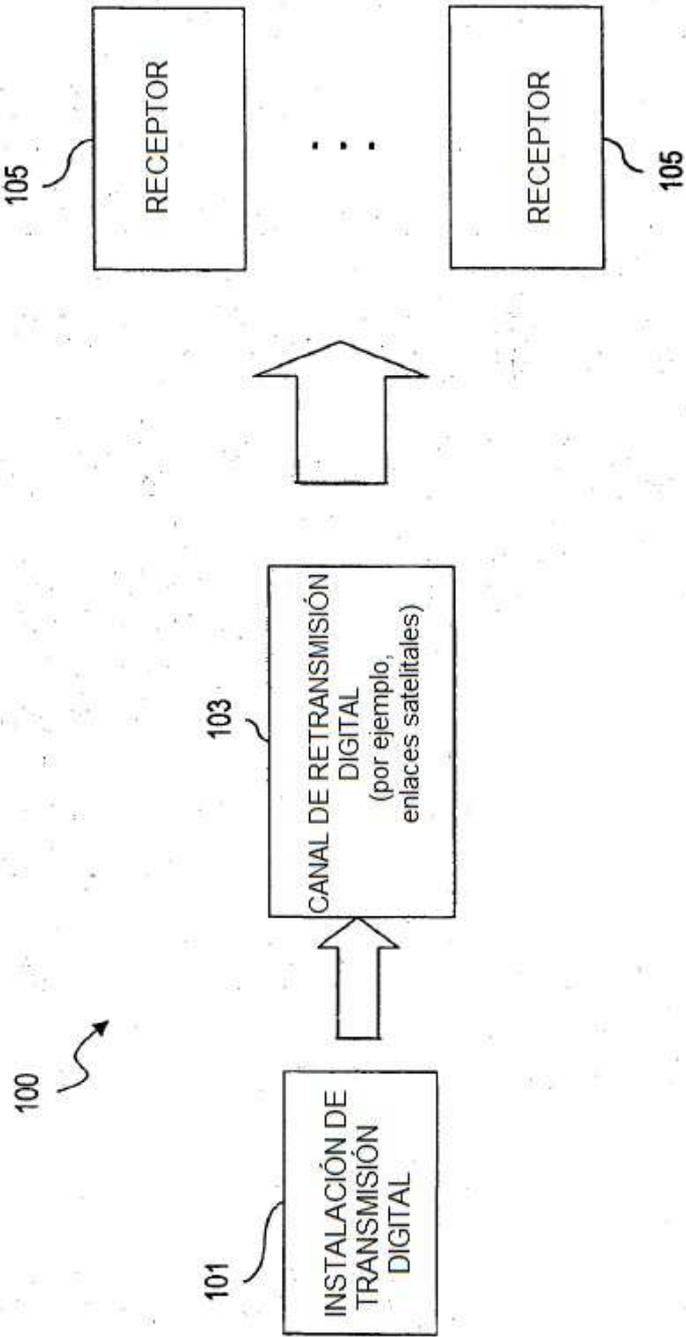


FIG. 2B

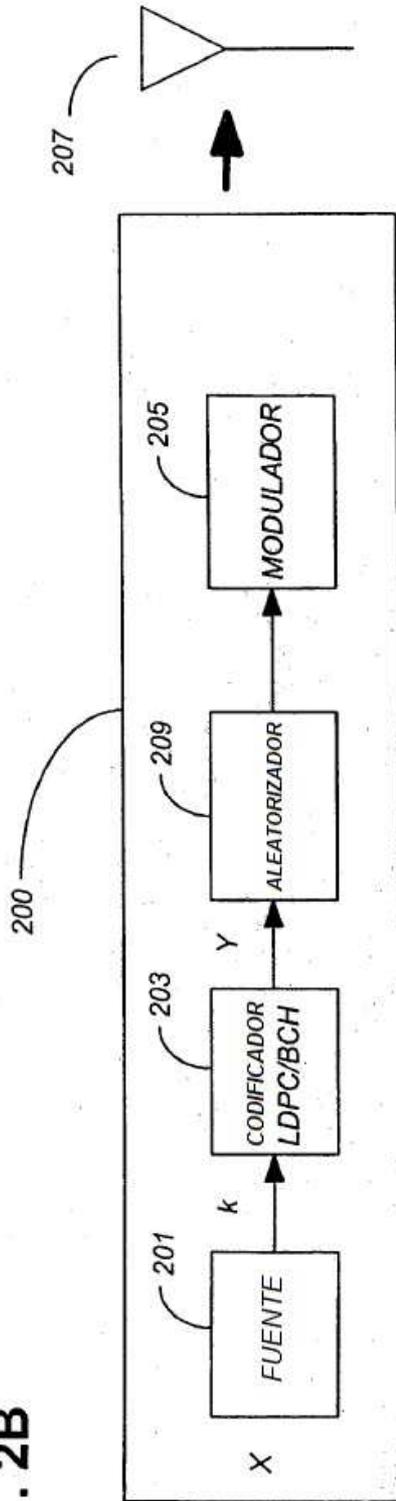


FIG. 3

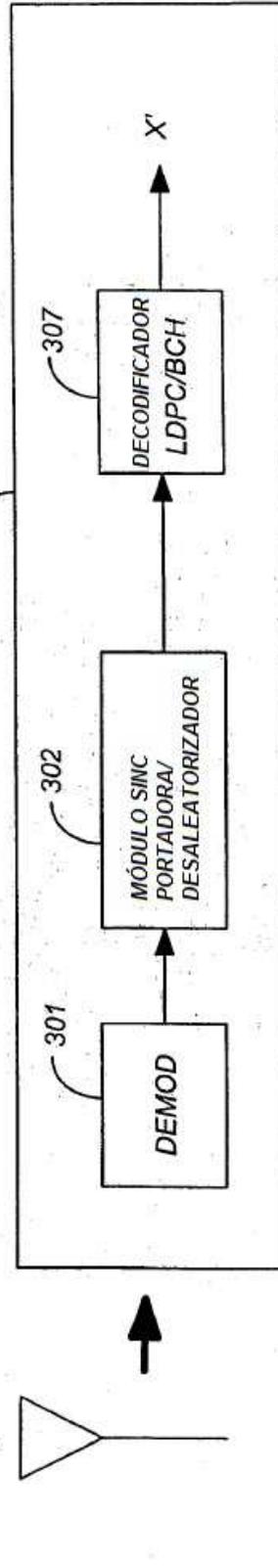
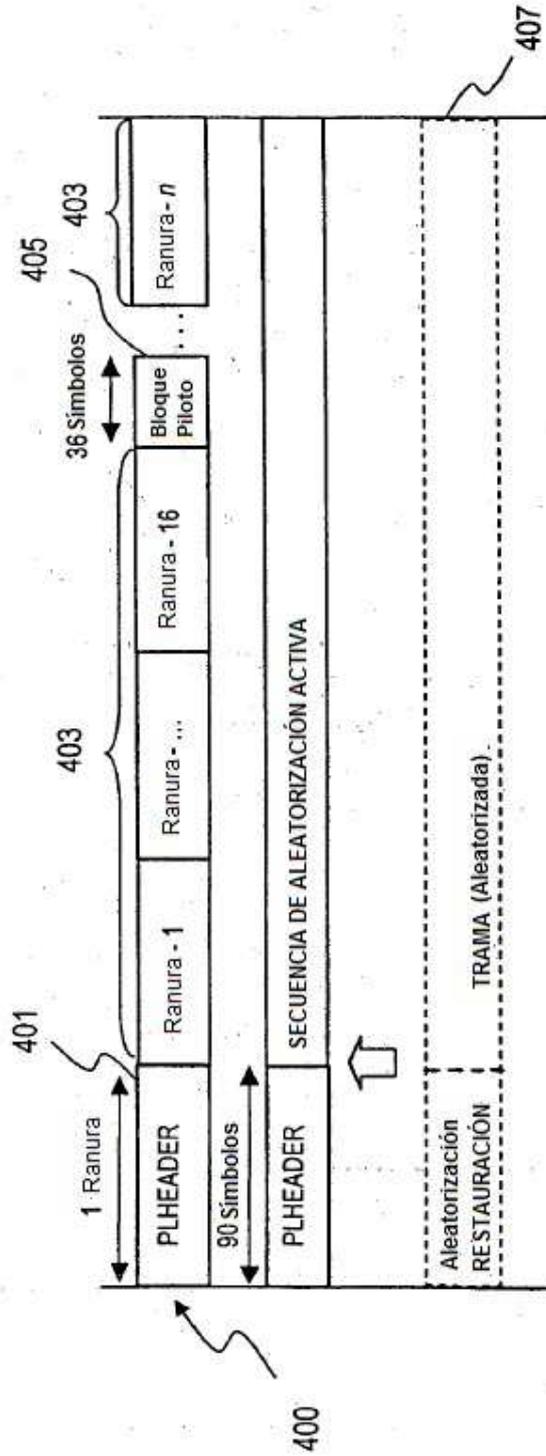


FIG. 4A



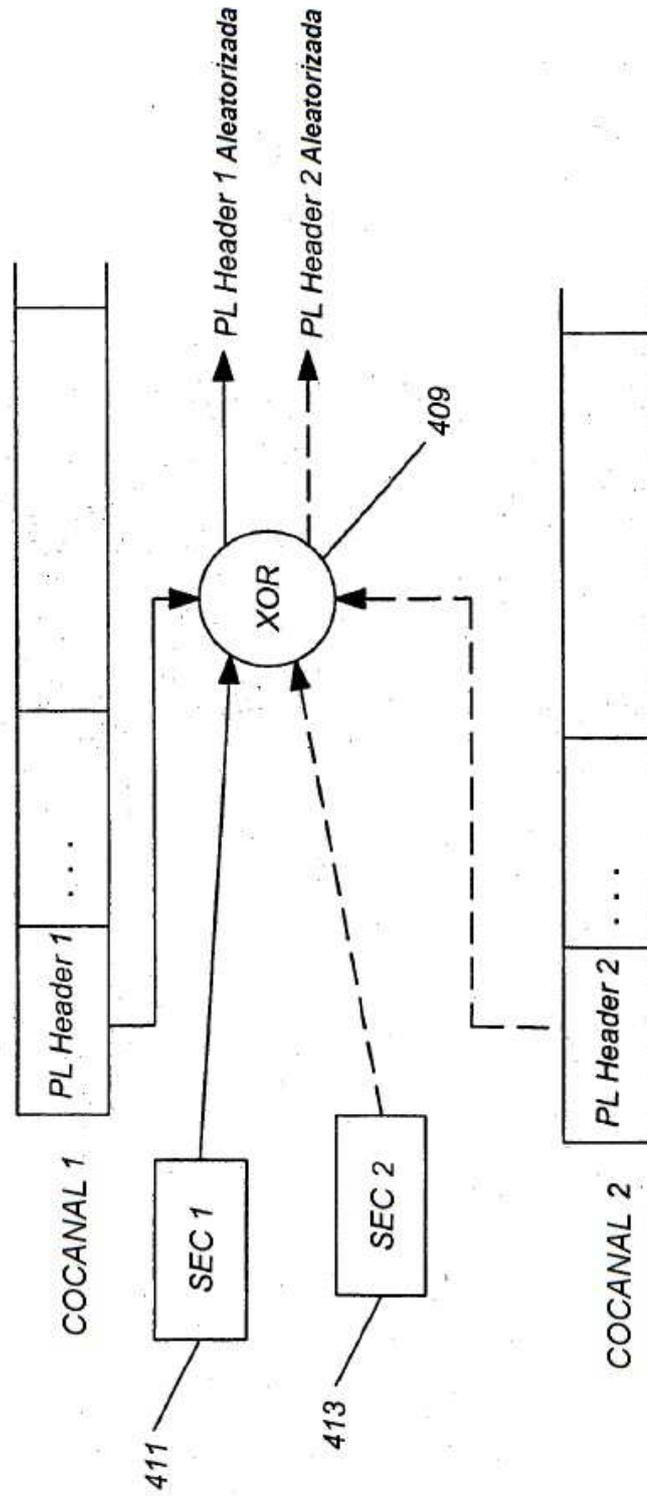


FIG. 4B

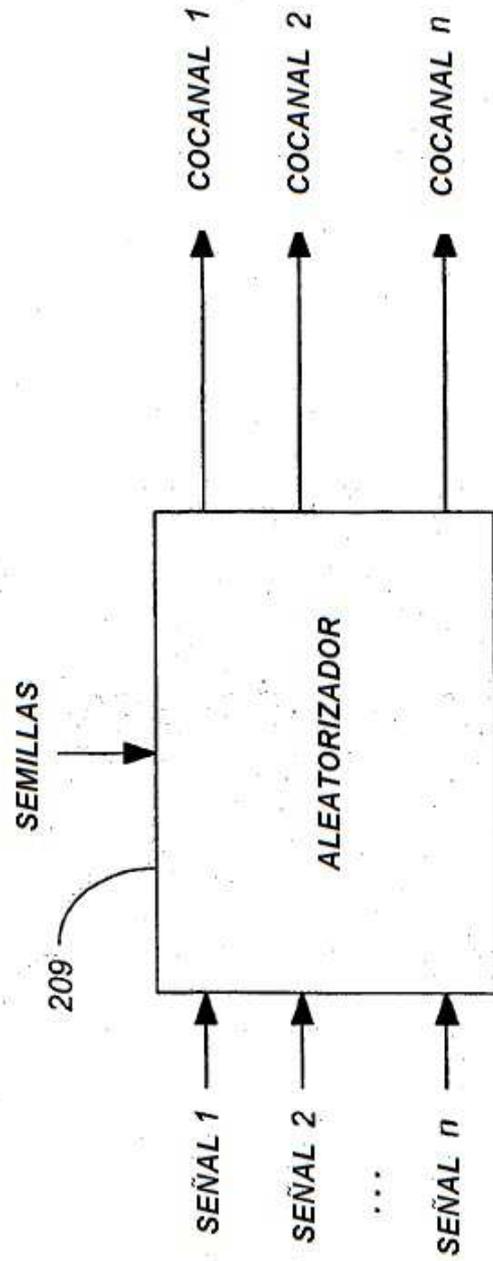


FIG. 5

FIG. 6

700

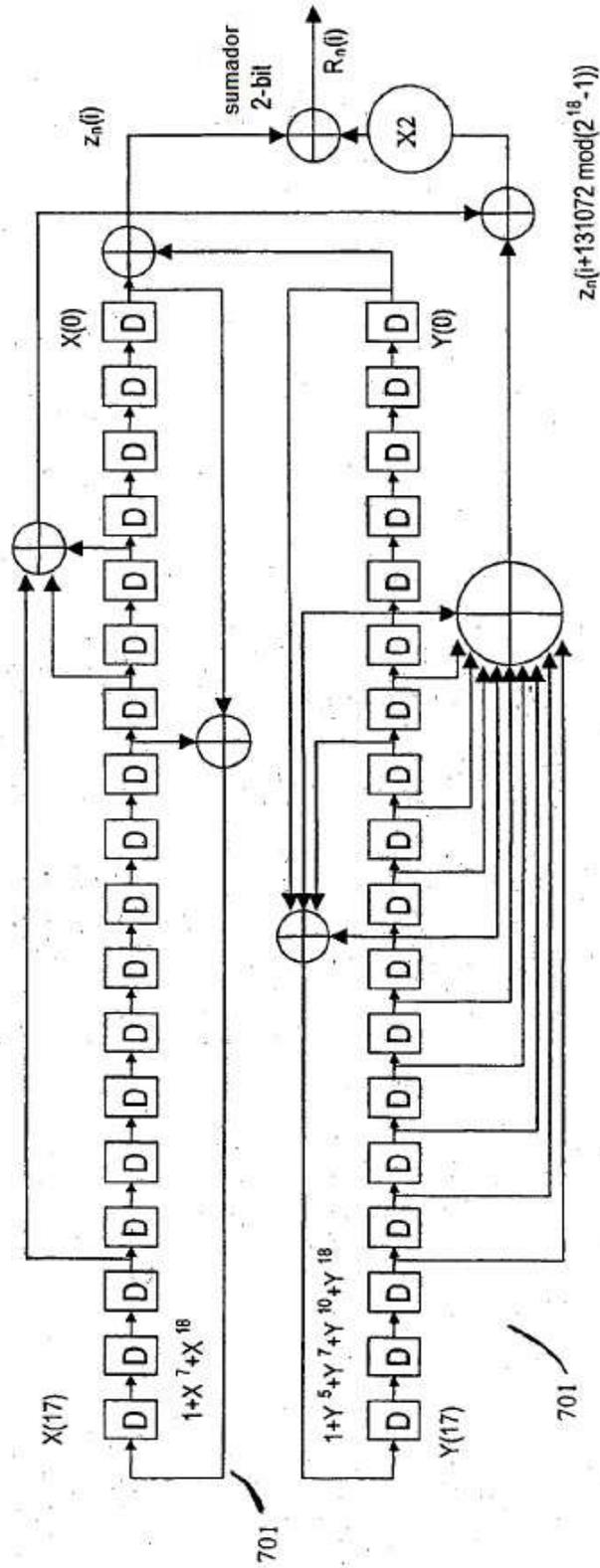


FIG. 7

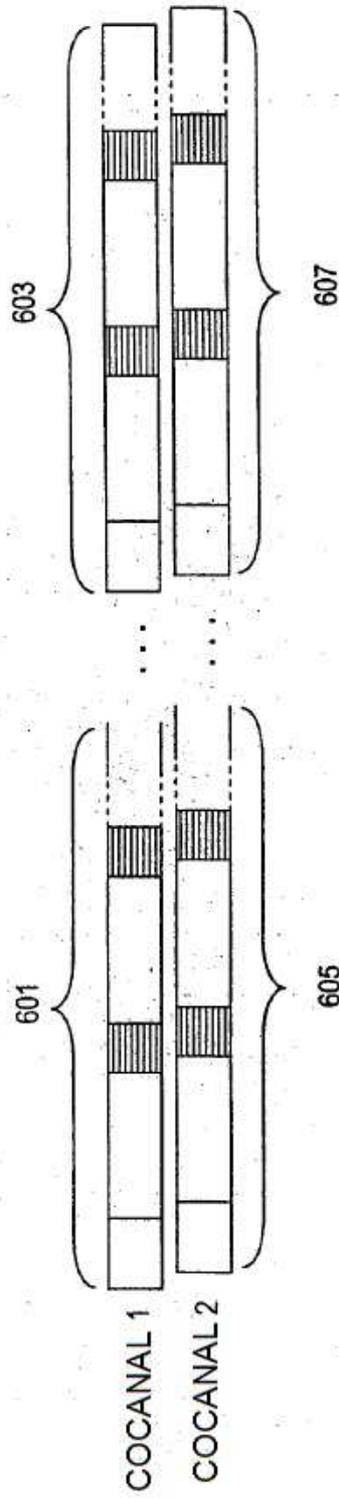


FIG. 8

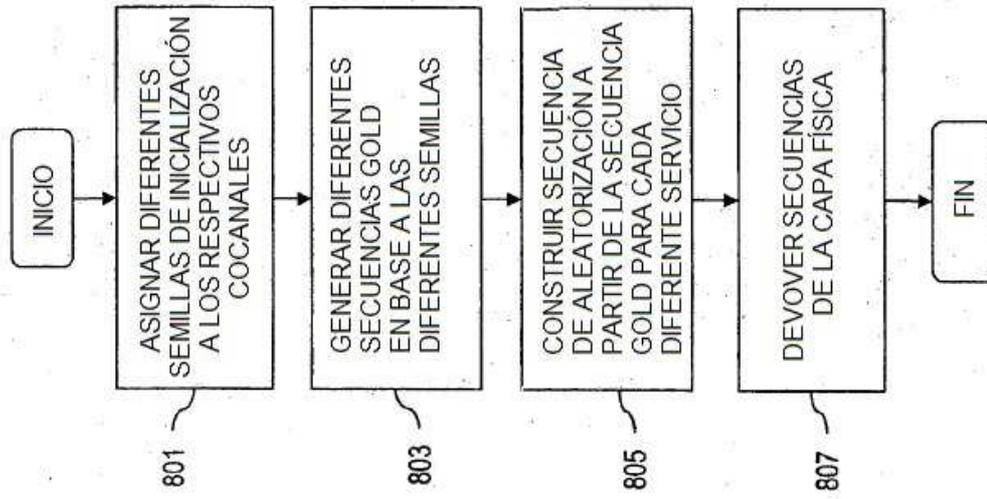


FIG. 9

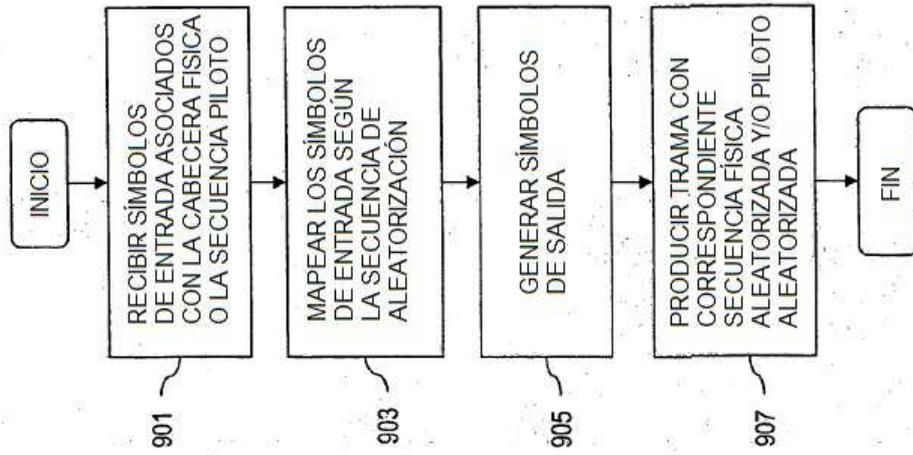
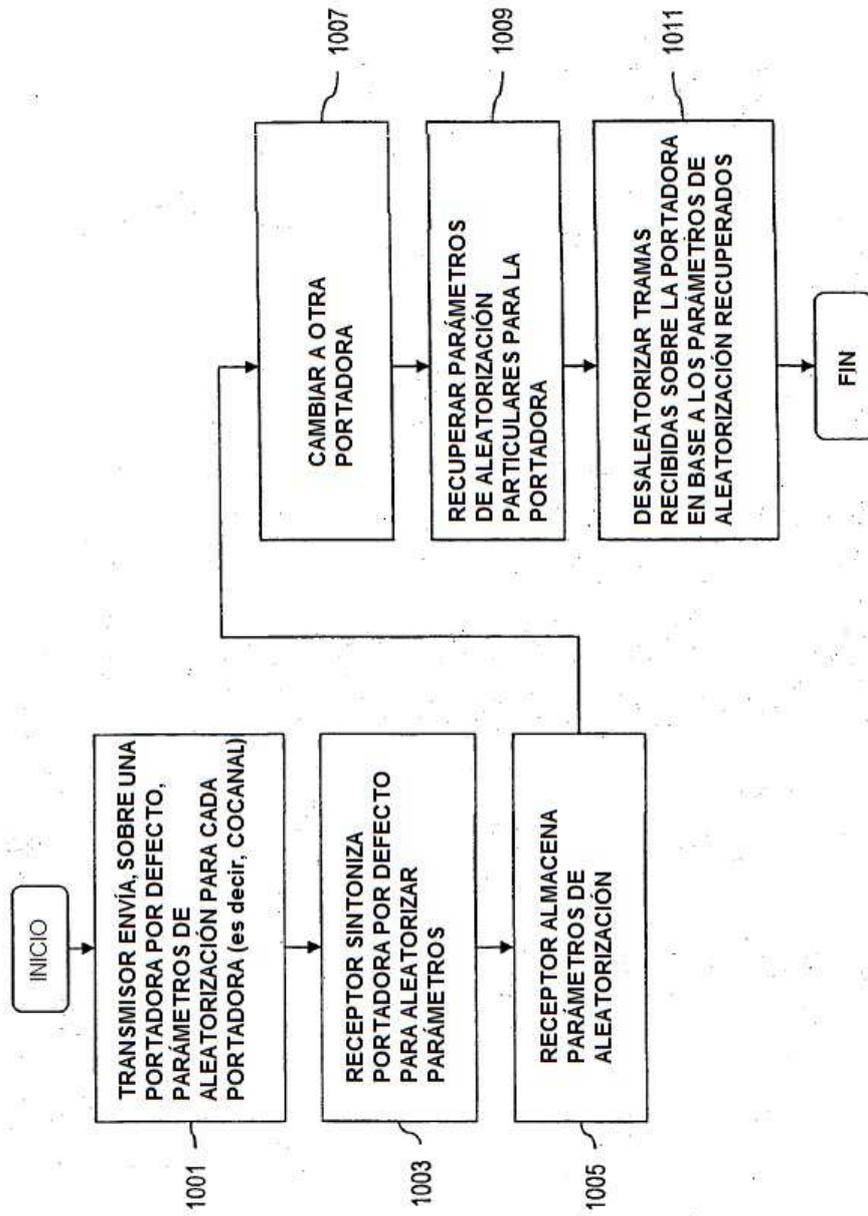


FIG. 10



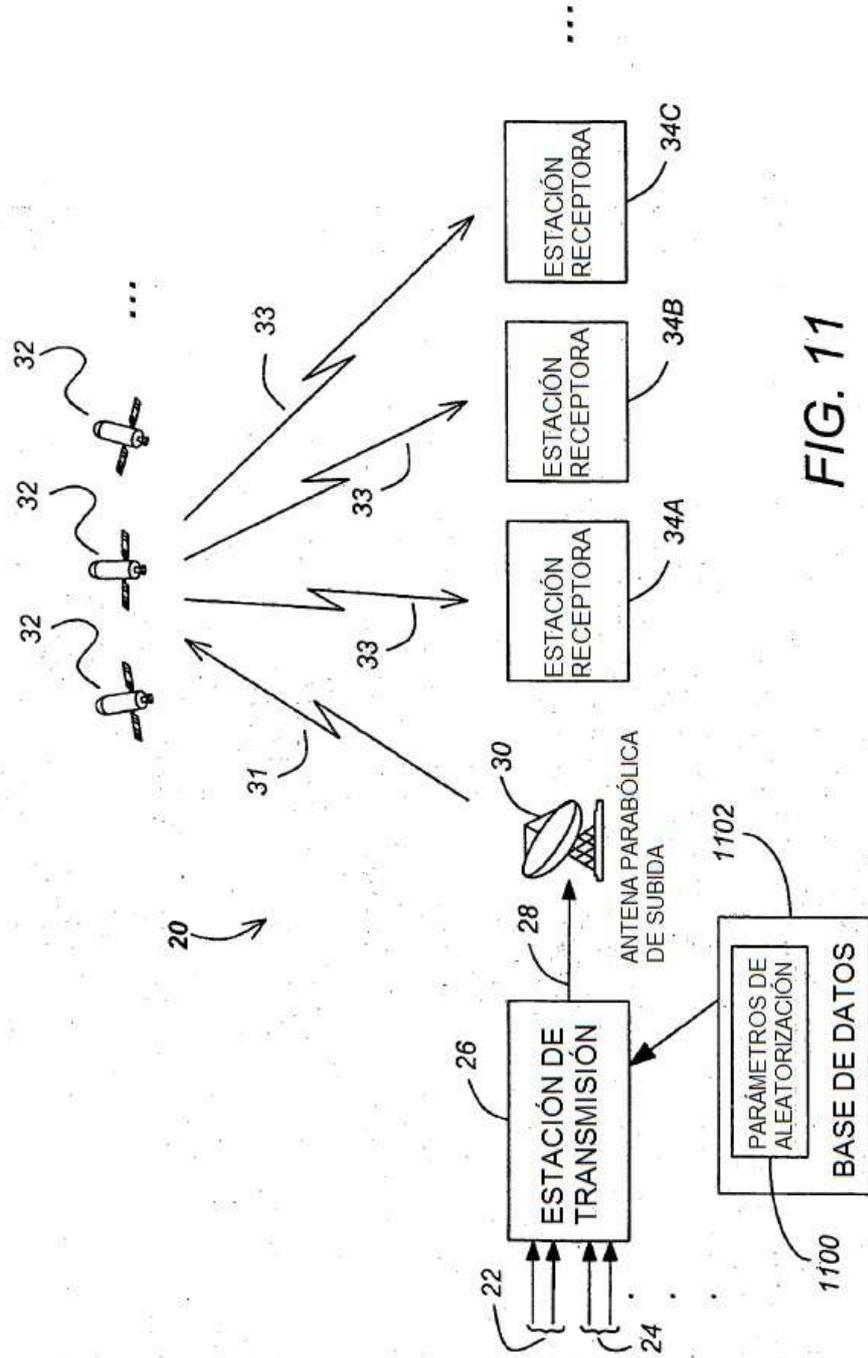


FIG. 11

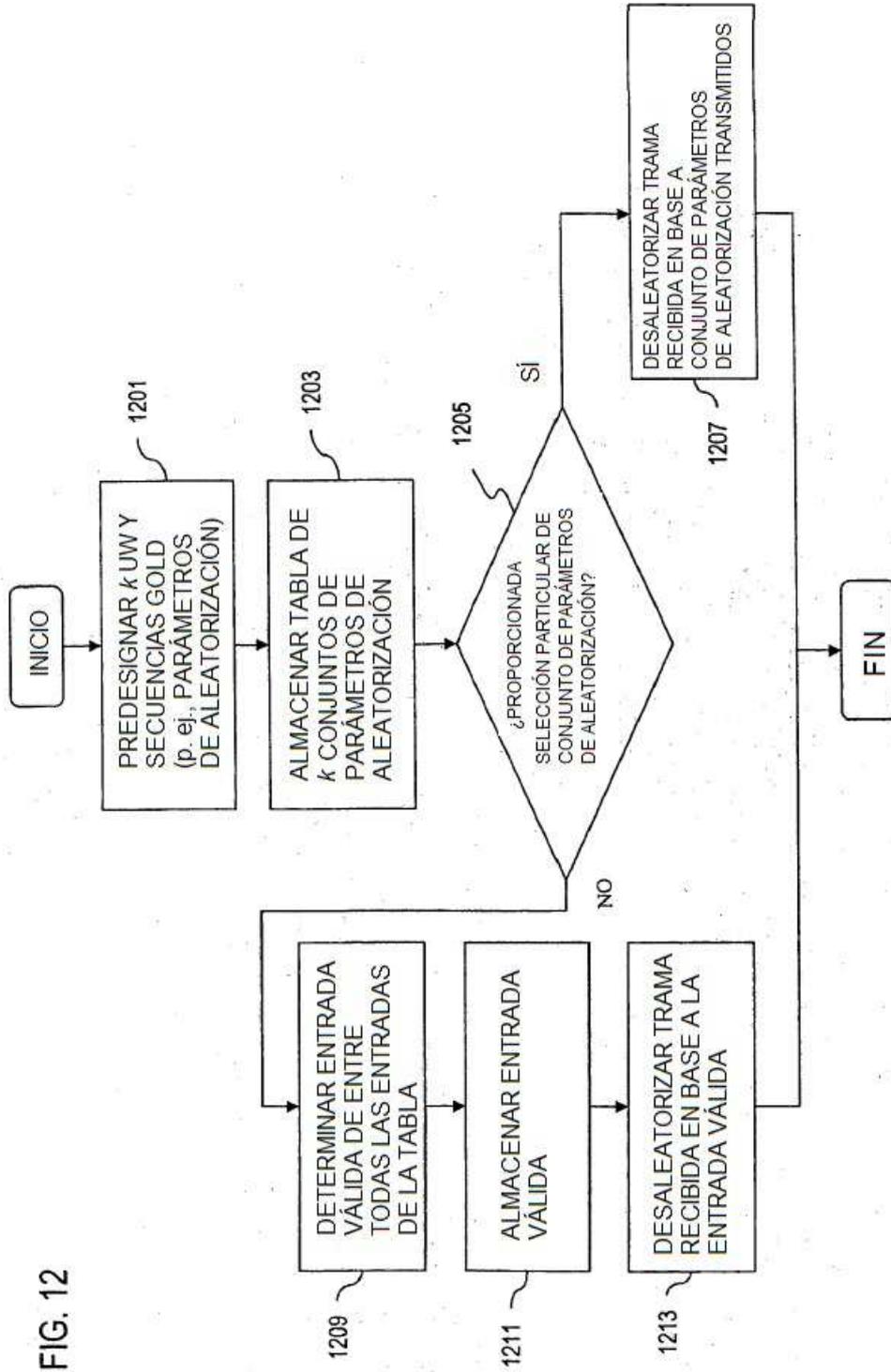


FIG. 12

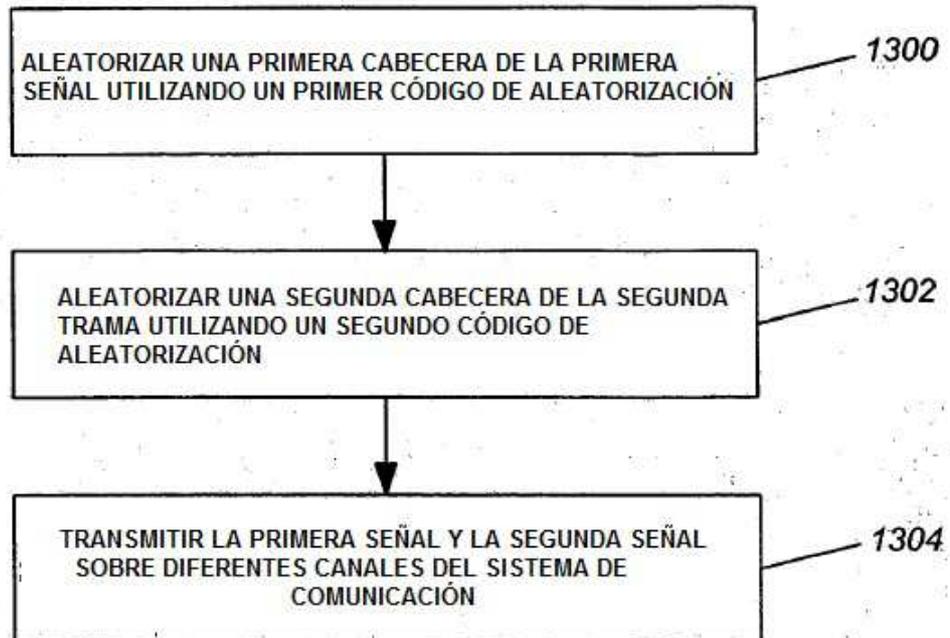


FIG. 13A

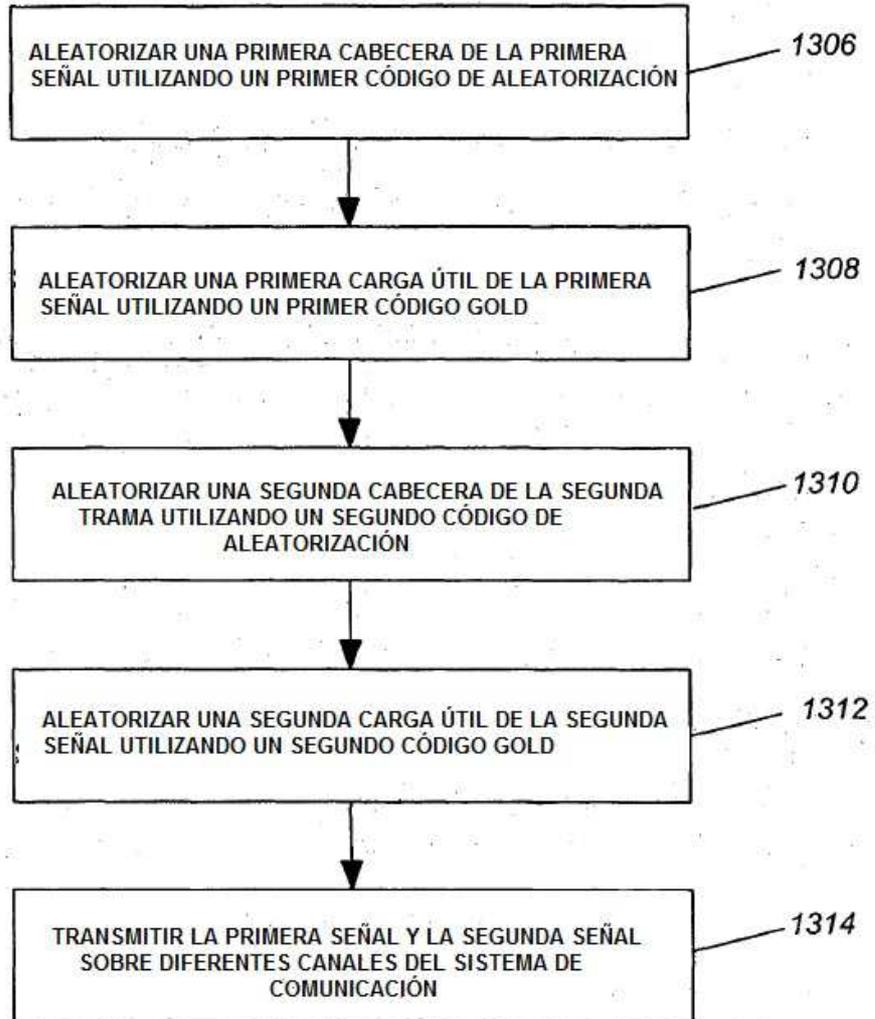


FIG. 13B

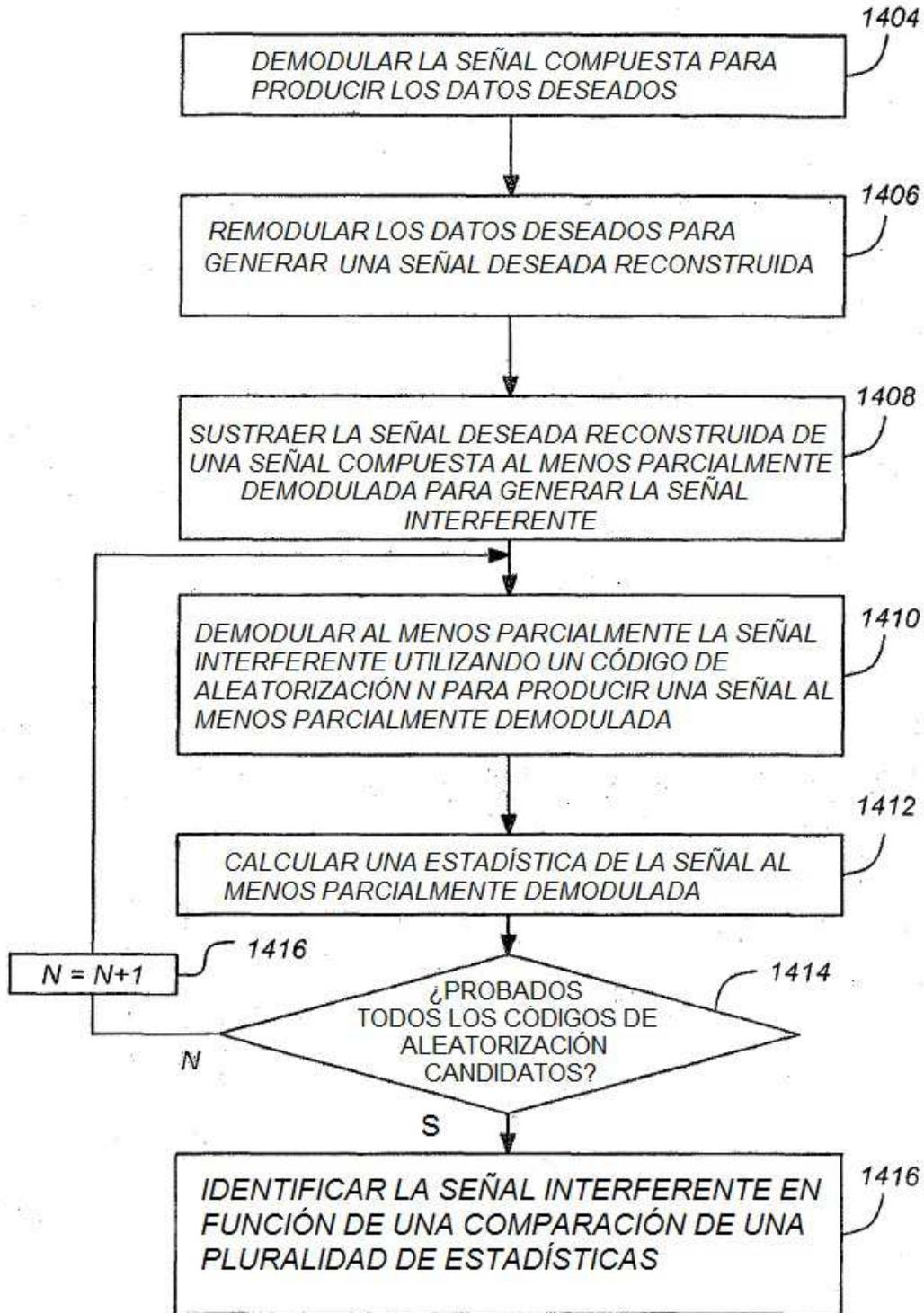


FIG. 14

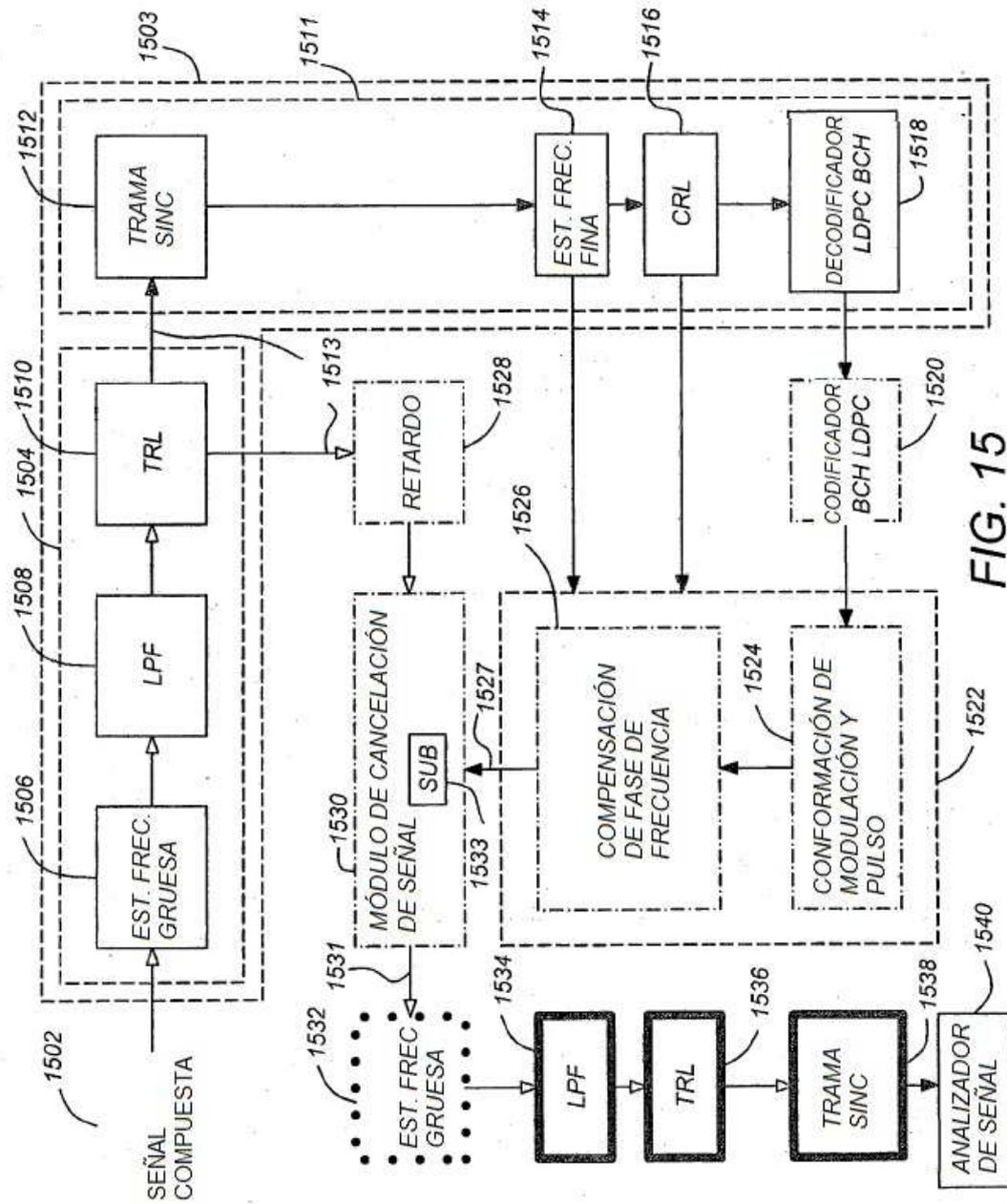


FIG. 15

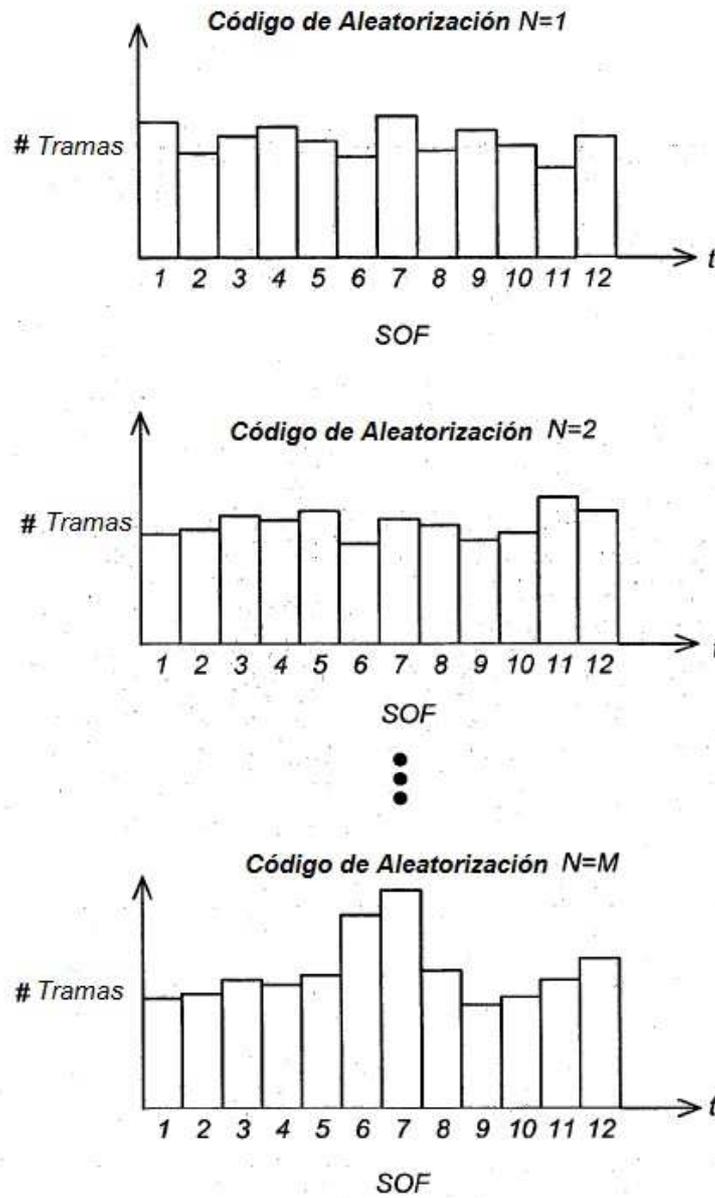


FIG. 16

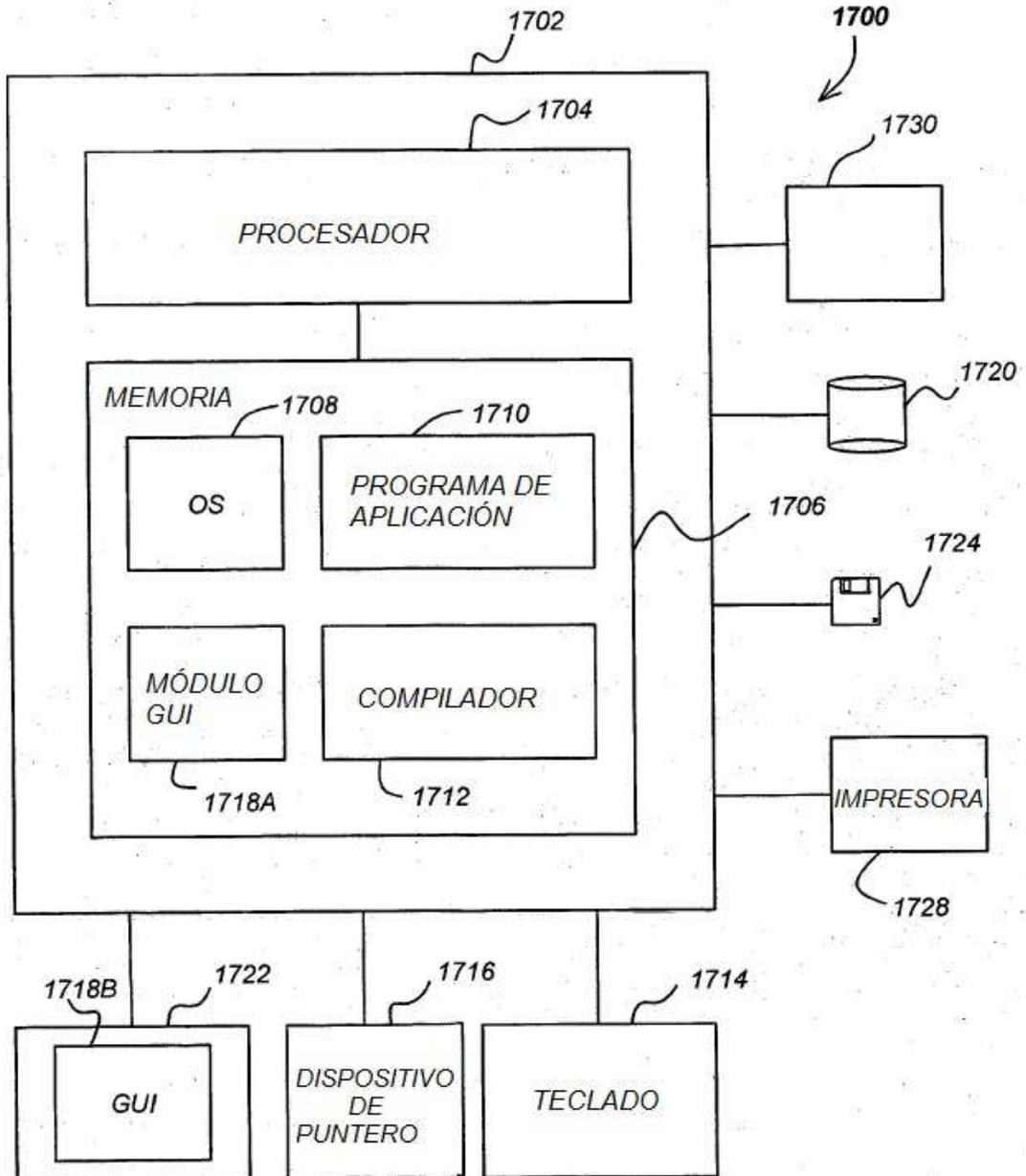


FIG. 17