

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 693 702**

51 Int. Cl.:

H04B 7/185

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.11.2009 PCT/US2009/065009**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.05.2010 WO10059740**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.11.2009 E 09828177 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.08.2018 EP 2351251**

54 Título: **Comunicación móvil por satélite mejorada**

30 Prioridad:

18.11.2008 US 115871 P

19.11.2008 US 116090 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.12.2018

73 Titular/es:

**ViaSat, Inc. (100.0%)
6155 El Camino Real
Carlsbad, CA 92009, US**

72 Inventor/es:

**BECKER, DONALD WESLEY;
VELAYUDHAN, NIRMALKUMAR;
LOH, ARTHUR SENYUE;
O'NEILL, JOHN HAI;
PADMANABHAN, VEENA;
LI, CHANGPING y
SIVETSIY, VITALIY**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 693 702 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Comunicación móvil por satélite mejorada

5 Referencias cruzadas con solicitudes relacionadas

Esta es una solicitud no provisional que reivindica la ventaja de preferencia de la solicitud de patente provisional de N.º de serie US-61/115.871, presentada el 18 de noviembre de 2008 y titulada "Efficient Control Signaling Over Shared Communication Channels with Wide Dynamic Range," y de la solicitud de patente provisional de N.º de serie 10 US-61/116.090, presentada el 19 de noviembre de 2008 y titulada "Improved Mobile Satellite Communication,".

Antecedentes

La presente invención se refiere a comunicaciones inalámbricas en general y, en particular, a una red de 15 comunicaciones por satélite.

En algunos sistemas de comunicación, tales como los sistemas de comunicación vía satélite, una estación base o concentrador se comunica en un canal directo compartido con un número de terminales de usuario. A menudo es ventajoso utilizar una sola señal de alta velocidad en este canal directo en lugar de un número de canales de baja 20 velocidad para distribuir información a todos los usuarios. De esta manera, la información a los distintos usuarios puede ser multiplexada en el tiempo.

Si los usuarios tienen diferentes características de C/N (portadora a ruido), los mensajes para algunos usuarios pueden necesitar ser de una velocidad inferior a la velocidad a la que otros usuarios pueden recibir con éxito. 25 Esto se ha resuelto en la técnica manteniendo una velocidad de símbolo constante, pero modificando la modulación y/o codificación en base al usuario individual, según las capacidades del usuario actual. Los mensajes de datos se complementan con cabezales de capa física que identifican la modulación y la codificación. Estos cabezales están diseñados para ser demodulados con éxito incluso por el usuario más desaventajado.

Con el fin de extender el intervalo dinámico de una comunicación de satélite, tal como un sistema de DVB-S2 a 30 dB, solo a modo de ejemplo, la ampliación del cabezal puede ser prohibitiva. La longitud del cabezal puede aproximarse a la longitud del bloque de datos para usuarios avanzados, produciendo un sistema muy ineficaz.

Por lo tanto, existe la necesidad de sistemas, métodos y aparatos de señalización de control eficientes, que se 35 aplican a canales de comunicación compartidos con un amplio intervalo dinámico.

Además, en algunos sistemas de comunicación vía satélite, los terminales de usuario son móviles en plataformas tales como aviones, trenes, automóviles, etc. Esta movilidad crea varios problemas para el diseñador del sistema, tales como un amplio intervalo dinámico de la calidad de la señal, desvanecimiento de la señal, bloqueos, etc. 40

Solicitud de patente estadounidense US-A-2004/252229; un artículo de Sun F-W y col. titulado "Frame synchronization and pilot structure for second generation DVB via satellites" publicado en el International Journal of Satellite Communications, EE. UU., vol. 22, n.º 3, 1 enero 2004; y la solicitud de patente internacional PCT n.º WO-A-2008/097367 describe la sincronización de la portadora, la sincronización de la trama y la canalización de forma de onda. 45

Por lo tanto, existe la necesidad de métodos, sistemas y aparatos que proporcionen soluciones de un amplio intervalo dinámico para mitigar los efectos del bloqueo y desvanecimiento de un canal de satélite móvil.

Breve resumen

Las realizaciones proporcionan métodos, aparatos y sistemas que incluyen una serie de soluciones de amplio intervalo dinámico para mitigar los efectos del bloqueo y desvanecimiento de un canal de satélite móvil, solo a modo de ejemplo. 50

Las realizaciones proporcionan métodos, sistemas y aparatos de codificación, muestreo, y modulación adaptables a través de un canal de comunicación por satélite. Algunas realizaciones comprenden un método en una puerta de enlace de un sistema de comunicación vía satélite que comprende una puerta de enlace, un satélite y una pluralidad de terminales, el método de codificación, muestreo y modulación adaptables a través de un canal de comunicación inalámbrico, dicho método comprende: 55 proporcionar una pluralidad de tramas de datos;

proporcionar al menos una partición de modcode para cada trama de datos, en donde la al menos una partición de modcode representa al menos una modulación, una codificación y un factor de propagación de la trama de datos respectiva, 60 en donde la al menos una partición de modcode se selecciona en base a una relación señal-ruido asociada con un receptor de un terminal respectivo, y

en donde un modo no propagado se representa utilizando un factor de propagación de 1; 65

modular, codificar y propagar cada trama de datos según el factor de modulación, codificación y propagación seleccionados al menos parcialmente representados por la al menos una partición de modcode;
combinar cada trama de datos y la respectiva al menos una partición de modcode para formar una unidad de datos de modcode;

intercalar la unidad de datos de modcode utilizando un intercalador convolucional;
formar una pluralidad de supertramas que incluyen una secuencia de palabra única conocida y una pluralidad de subtramas, incluyendo cada subtrama una secuencia piloto conocida de una pluralidad de secuencias piloto conocidas y una parte que incluye información de modcode e información de datos; y
transmitir la pluralidad de supertramas en una señal inalámbrica a través del canal de comunicación inalámbrico desde la puerta de enlace hasta un terminal en la pluralidad de terminales a través del satélite.

En algunas realizaciones, una primera secuencia conocida es una palabra única. Algunas realizaciones pueden incluir insertar una segunda secuencia conocida en al menos una de las subtramas de una supertrama respectiva. Insertar la segunda secuencia conocida puede depender de una relación señal-ruido asociada con un receptor de la supertrama respectiva.

En algunas realizaciones, cada subtrama respectiva incluye una segunda secuencia conocida respectiva de una pluralidad de segundas secuencias conocidas. Cada segunda secuencia conocida respectiva puede ser una secuencia piloto conocida respectiva.

Algunas realizaciones pueden incluir la intercalación de la unidad de datos de modcode. La intercalación de la unidad de datos de modcode puede consistir en usar un intercalador convolucional. La intercalación de la unidad de datos de modcode puede dar como resultado datos intercalados que incluyen un primer símbolo con una primera modulación junto a un segundo símbolo con una segunda modulación, en donde la primera modulación es diferente de la segunda modulación. Un intercalador convolucional puede incluir múltiples bancos de intercalador que dependen de un bloqueo periódico de las supertramas transmitidas.

Algunas realizaciones pueden incluir también la recepción de al menos una supertrama. La primera secuencia conocida o las segundas secuencias conocidas pueden usarse para mantener un bloqueo de fase. Algunas realizaciones pueden incluir un movimiento libre durante un período cuando al menos la primera secuencia conocida o las segundas secuencias conocidas no están presentes.

Algunas realizaciones proporcionan un terminal para recibir una señal inalámbrica desde una puerta de enlace a través de un satélite y procesar la señal inalámbrica recibida con codificación, propagación y modulación adaptables; dicho terminal comprende:

un módulo receptor configurado para recibir la señal inalámbrica, en donde la señal inalámbrica incluye una pluralidad de supertramas, cada supertrama incluye una secuencia de palabra única conocida y una pluralidad de subtramas, incluyendo cada subtrama una secuencia piloto conocida de una pluralidad de secuencias piloto conocidas y una parte que incluye información de modcode e información de datos;

un módulo de sincronización, acoplado de forma comunicativa con el módulo receptor, configurado para utilizar al menos la secuencia de palabra única conocida y la pluralidad de secuencias piloto conocidas para proporcionar al menos una función de captación que comprende la sincronización de la subtrama y la sincronización de la supertrama o una función de seguimiento de frecuencia;

un módulo de desintercalador de canal convolucional, acoplado de forma comunicativa con el módulo receptor, en donde el módulo de desintercalador de canal determina si una parte de la señal inalámbrica está intercalada y en respuesta para determinar que la parte de la señal inalámbrica está intercalada, desintercala símbolos determinados de la parte de la señal inalámbrica;

un módulo detector de modcode, acoplado de forma comunicativa con el módulo de desintercalador de canal, en donde el módulo detector de modcode deriva un factor de modulación, codificación y propagación asociados a la parte de la señal inalámbrica; y

un módulo desensanchador, acoplado de forma comunicativa con el módulo detector de modcode, en donde el módulo desensanchador desensancha los símbolos determinados de la parte de la señal inalámbrica usando el factor de propagación asociado con la parte de la señal inalámbrica.

En algunas realizaciones, un terminal para procesar una señal inalámbrica recibida con codificación, propagación y modulación adaptables puede incluir un módulo de sincronización que está configurado además para estimar una frecuencia y/o una temporización aproximadas utilizando las secuencias piloto conocidas. Un módulo de sincronización puede configurarse para estimar al menos una frecuencia fina utilizando la secuencia de palabra única conocida.

En algunas realizaciones, un terminal para procesar una señal inalámbrica recibida con codificación, propagación, y modulación adaptables puede incluir un módulo de bucle de temporización, acoplado de forma comunicativa con el módulo del receptor. El módulo de bucle de temporización puede utilizar un bucle de seguimiento de tiempo asistido por datos y/o un bucle de seguimiento de tiempo no asistido por datos. El uso del bucle de seguimiento de tiempo asistido por datos o los bucles de seguimiento de tiempo no asistidos por datos puede depender de una relación señal-ruido del terminal. En algunas realizaciones, el bucle de temporización puede moverse libremente a lo largo de un período en el que la secuencia de palabra única o las secuencias piloto no son detectadas.

En algunas realizaciones, un terminal para procesar una señal inalámbrica recibida con codificación, propagación, y modulación adaptables también puede incluir un desintercalador de canal, acoplado de forma comunicativa con el módulo del receptor. El desintercalador de canal puede desintercalar símbolos determinados de la señal inalámbrica.

En algunas realizaciones, un terminal para procesar una señal inalámbrica recibida con codificación, propagación, y modulación adaptables puede acoplarse a un dispositivo de transporte.

Algunas realizaciones proporcionan un sistema de comunicación vía satélite para transmitir y recibir una señal inalámbrica, comprendiendo el sistema:

una puerta de enlace configurada para transmitir una pluralidad de supertramas como parte de la señal inalámbrica, cada supertrama de la pluralidad de supertramas incluye una secuencia de palabra única conocida y una pluralidad de subtramas, incluyendo cada subtrama una secuencia piloto conocida de una pluralidad de secuencias piloto conocidas y una parte que incluye información de modcode e información de datos, en donde la información de modcode representa al menos parcialmente un factor de modulación, codificación y propagación, en donde la información de modcode se selecciona en base a una relación señal-ruido asociada con un receptor de un terminal respectivo, y en donde un modo no propagado se representa utilizando un factor de propagación de 1; y una pluralidad de terminales, en comunicación inalámbrica con la puerta de enlace vía satélite, en donde cada terminal incluye:

un módulo receptor configurado para recibir la señal inalámbrica que incluye la supertrama; un módulo de sincronización, acoplado de forma comunicativa con el módulo receptor, configurado para utilizar al menos la secuencia de palabra única conocida y la pluralidad de secuencias piloto conocidas para proporcionar al menos una función de captación que comprende la sincronización de la subtrama y la sincronización de la supertrama o una función de seguimiento de frecuencia; un módulo de desintercalador de canal convolucional, acoplado de forma comunicativa con el módulo receptor, en donde el módulo de desintercalador de canal determina si una parte de la señal inalámbrica está intercalada y en respuesta para determinar que la parte de la señal inalámbrica está intercalada, desintercala símbolos determinados de la parte de la señal inalámbrica; un módulo detector de modcode, acoplado de forma comunicativa con el módulo de desintercalador de canal, en donde el módulo detector de modcode deriva un factor de modulación, codificación y propagación asociados a la parte de la señal inalámbrica; y un módulo desensanchador, acoplado de forma comunicativa con el módulo detector de modcode, en donde el módulo desensanchador desensancha los símbolos determinados de la parte de la señal inalámbrica usando el factor de propagación asociado con la parte de la señal inalámbrica.

En algunas realizaciones, un sistema de comunicación vía satélite para transmitir una señal inalámbrica puede incluir terminales que también un módulo de bucle de temporización, acoplado de forma comunicativa con el módulo receptor. El módulo de bucle de temporización puede incluir un bucle de seguimiento de tiempo asistido por datos y/o un bucle de seguimiento de tiempo no asistido por datos. Algunas realizaciones pueden utilizar los bucles de seguimiento de tiempo asistidos por datos basados en una relación señal-ruido del terminal respectivo. El módulo de bucle de temporización puede moverse libremente a lo largo de un período cuando la secuencia de palabra única o las secuencias piloto no son detectadas. Algunos terminales pueden incluir, además, desintercaladores de canal, acoplados de forma comunicativa con el receptor. El desintercalador de canal puede desintercalar símbolos determinados de la señal inalámbrica. En algunas realizaciones, el terminal puede acoplarse con un dispositivo o vehículo de transporte.

Breve descripción de los dibujos

Una mayor comprensión de la naturaleza y las ventajas de la presente invención puede llevarse a cabo mediante referencia a los siguientes dibujos. En las figuras anexas, los componentes o características similares pueden tener la misma etiqueta de referencia. Además, se pueden distinguir varios componentes del mismo tipo mediante la siguiente etiqueta de referencia mediante un guion y una segunda etiqueta que distingue entre los componentes similares. Si solo se utiliza la primera etiqueta de referencia en la memoria descriptiva, la descripción es aplicable a cualquiera de los componentes similares que tienen la misma primera etiqueta de referencia independientemente de la segunda etiqueta de referencia.

La Fig. 1 es un diagrama de bloques de un sistema de comunicaciones vía satélite configurado según varias realizaciones.

La Fig. 2 ilustra un ejemplo de tabla de unidades de flujo de datos según varias realizaciones.

Las Figs. 3A y 3B son diagramas de bloques que ilustran diferentes ejemplos de particiones de modcode, unidades de flujo de datos y cabeceras de capa física según varias realizaciones.

La Fig. 4 ilustra un ejemplo de una tabla de unidades de flujo de datos según varias realizaciones.

- Las Figs. 5A y 5B ilustran un ejemplo de una tabla de modcode según varias realizaciones.
- 5 Las Figs. 6A y 6B ilustran un ejemplo de una tabla de secuencias de Walsh según varias realizaciones.
- Las Figs. 7A y 7B ilustran un ejemplo de una tabla de señales de modcode que utiliza codificación de repetición según varias realizaciones.
- 10 Las Figs. 8A y 8B ilustran un ejemplo de una tabla de señales de modcode que utiliza canales de código ortogonal según varias realizaciones.
- La Fig. 9 es un diagrama de bloques de particiones de modcode concatenadas y bandas de protección para varias modulaciones y factores de propagación según varias realizaciones.
- 15 La Fig. 10 ilustra una tabla de secuencia de PN/secuencia de inversión según varias realizaciones.
- La Fig. 11 es un diagrama de bloques de un dispositivo de transmisión para un sistema de comunicaciones vía satélite configurado según varias realizaciones.
- 20 La Fig. 12 es un diagrama de bloques que refleja aspectos de un modulador según varias realizaciones.
- La Fig. 13 es un diagrama de bloques de un dispositivo receptor para un sistema de comunicaciones vía satélite según varias realizaciones.
- 25 La Fig. 14 es un diagrama de bloques de un detector de modcode según varias realizaciones.
- La Fig. 15 es un diagrama de bloques que refleja aspectos de correlacionadores como parte de un detector de modcode según varias realizaciones.
- 30 La Fig. 16A es un diagrama de bloques de una estructura de correlacionador para una codificación de repetición según varias realizaciones.
- La Fig. 16B es un diagrama de bloques de una estructura de correlacionador para un factor de propagación variable ortogonal según varias realizaciones.
- 35 La Fig. 16C es un diagrama de bloques de una estructura de correlacionador para un canal de código ortogonal según varias realizaciones.
- La Fig. 16D es un diagrama de bloques de un banco de correlacionador para un canal de código ortogonal según varias realizaciones.
- 40 Las Figs. 17A y 17B son diagramas de bloques para un intercalador y un desintercalador convolucional según varias realizaciones.
- 45 La Fig. 18A es un diagrama de bloques de una supertrama intercalada según varias realizaciones.
- La Fig. 18B es un diagrama de bloques de una supertrama desintercalada según varias realizaciones.
- La Fig. 19 ilustra un ejemplo de una tabla de estructuración de tramas según varias realizaciones.
- 50 La Fig. 20A es un diagrama de bloques de una supertrama según varias realizaciones.
- La Fig. 20B es un diagrama de bloques que refleja una sincronización de una subtrama según varias realizaciones.
- 55 La Fig. 20C es un diagrama de bloques que refleja una sincronización de una supertrama según varias realizaciones.
- La Fig. 21A es un diagrama de bloques de un bucle de temporización según varias realizaciones.
- La Fig. 21B es un diagrama de bloques de un detector de errores según varias realizaciones.
- 60 La Fig. 21C es un diagrama de bloques de un filtro de bucle según varias realizaciones.
- La Fig. 21D es un diagrama de bloques de un filtro de submuestreo polifásico según varias realizaciones.
- 65 La Fig. 22 es un diagrama de bloques de un bucle de seguimiento de fase según varias realizaciones.

La Fig. 23 es un diagrama de bloques de un bucle de seguimiento de fase según varias realizaciones.

La Fig. 24 es un diagrama de flujo que ilustra un método de señalización de control eficiente a través de canales de comunicación compartidos según varias realizaciones.

La Fig. 25 es un diagrama de flujo que ilustra un método de señalización de control eficiente a través de canales de comunicación compartidos según varias realizaciones.

La Fig. 26 es un diagrama de flujo que ilustra un método de codificación, muestreo y modulación adaptables a través de un canal de comunicación por satélite.

Descripción detallada

Esta descripción proporciona únicamente realizaciones ilustrativas y no pretende limitar el ámbito, la capacidad de aplicación o la configuración de la invención. Más bien, la consiguiente descripción de las realizaciones proporcionará a los expertos en la técnica una descripción que permita implementar las realizaciones de la invención. Se pueden hacer varios cambios en la función y disposición de los elementos sin abandonar el ámbito de la invención.

Por lo tanto, varias realizaciones pueden omitir, sustituir, o agregar varios procedimientos o componentes según sea adecuado. Por ejemplo, debe apreciarse que, en realizaciones alternativas, los métodos pueden realizarse en un orden diferente al descrito, y que se pueden agregar, omitir, o combinar varias etapas. Además, las características descritas con respecto a ciertas realizaciones pueden combinarse en varias otras realizaciones. Los diferentes aspectos y elementos de las realizaciones pueden combinarse de una manera similar.

Debe apreciarse también que los siguientes pueden ser individualmente o colectivamente componentes de un sistema más grande, en donde otros procedimientos pueden tomar precedencia sobre o de cualquier otra forma modificar su aplicación. También, es posible que sean necesarias varias etapas antes, después o al mismo tiempo con las siguientes realizaciones.

En la Fig. 1, se muestra primero un diagrama de bloques que ilustra un sistema 100 de comunicaciones vía satélite configurado según varias realizaciones de la invención. Si bien se emplea un sistema de comunicaciones vía satélite para ilustrar diversos aspectos de la invención, es conveniente mencionar que ciertos principios establecidos en la presente memoria son aplicables a un número de otros sistemas inalámbricos, así como (p. ej., otras conexiones por cable o conexiones inalámbricas entre pares). El sistema 100 de comunicaciones vía satélite incluye una red 120, tal como Internet, interconectada con una puerta 115 de enlace que se configura para comunicarse con uno o más terminales 130 de usuario a través de un satélite 105. El procesamiento de señales de modcode y las técnicas de mitigación de bloqueos tratados en la presente memoria se pueden usar por un terminal 130 de usuario para procesar señales recibidas desde una puerta 115 de enlace vía satélite 105.

La red 120 puede ser cualquier tipo de red y puede incluir, por ejemplo, Internet, una red IP, una red interna, una wide-area network (red de área extendida - WAN), una local-area network (red de área local - LAN), una virtual private network (red virtual privada - VPN), la Public Switched Telephone Network (Red Telefónica Pública Conmutada - PSTN), o cualquier otro tipo de red con capacidad para transmitir datos entre cualesquiera de los dispositivos descritos en la presente memoria. La red 120 puede incluir tanto conexiones por cable como inalámbricas, incluidos enlaces ópticos. Muchos otros ejemplos son posibles y evidentes para los expertos en la técnica a la luz de esta descripción. La red puede conectar la puerta 115 de enlace con otras puertas de enlace (no ilustradas), que también están en comunicación con el satélite 105, y que pueden compartir información sobre las condiciones del enlace y otras métricas de red.

La puerta 115 de enlace proporciona una interfaz entre la red 120 y el terminal 130 de usuario. La puerta 115 de enlace puede configurarse para recibir datos e información dirigida a uno o más terminales 130 de usuario y formatear los datos e información a lo largo de señales de control (p. ej., mediante el uso de la Adaptive Coding Modulation [Modulación de codificación adaptable - ACM] o la Variable Coding and Modulation [Modulación y codificación variables - VCM]) para la entrega posterior a los respectivos terminales 130 de usuario a través del satélite 105. Los satélites multi-haces se pueden usar con VCM o ACM. Según el tipo de mensaje y la condición del enlace, los transmisores de VCM y ACM pueden usar códigos de varias velocidades y tamaños y modulaciones de diferentes órdenes. Los códigos de velocidad alta y las modulaciones de orden alto se usan para aprovechar las condiciones favorables de los canales, en tanto que se usan códigos de velocidad baja y modulaciones de orden bajo para asegurar la transmisión libre de errores cuando las condiciones del canal se degradan, meramente a modo de ejemplo. Como se explicará a continuación, los datos de formateo, la información y las señales de control pueden incluir, además, técnicas de extensión que resultan en Adaptive Coding, Spreading, and Modulation (Codificación, propagación y modulación adaptables - ACSM). De manera similar, la puerta 115 de enlace puede configurarse para recibir señales ascendentes del satélite 105 (p. ej., desde uno o más terminales 130 de usuario) dirigidas a un destino dentro de la red 120 y puede formatear las señales recibidas para la transmisión a lo largo de la red 120.

Un dispositivo (no mostrado) conectado a la red 120 puede, por tanto, comunicarse con uno o más terminales 130 de usuario a través de la puerta 115 de enlace. Los datos y la información, por ejemplo, datagramas IP, pueden

enviarse desde un dispositivo en la red 120 a la puerta 115 de enlace. La puerta 115 de enlace puede formatear una trama de Medium Access Control (Control de acceso medio - MAC) según una definición de capa física para la transmisión al satélite 105 a través de un enlace descendente 135. Se puede utilizar una variedad de técnicas de modulación de transmisión y codificación de la capa física con ciertas realizaciones de la invención, incluidas las definidas con los estándares DVB-S2 y WiMAX. En una serie de realizaciones, la puerta 115 de enlace utiliza ACSM junto con una o más de las técnicas de control y conformación del tráfico descritas en la presente memoria para dirigir el tráfico a los terminales individuales. La puerta 115 de enlace puede usar una señal de transmisión, con un formato de modulación y codificación adaptado para cada paquete a las condiciones del enlace del terminal 130 o conjunto de terminales 130 a los cuales se dirige el paquete (p. ej., para dar cuenta de las condiciones del enlace 150 de servicio variable desde el satélite 105 a cada terminal respectivo 130).

La puerta 115 de enlace puede utilizar una antena 110 para transmitir la señal al satélite 105. En una realización, la antena 110 es un reflector parabólico con alta direccionalidad en la dirección del satélite y baja direccionalidad en otras direcciones. Las señales descendentes 135, 150 pueden incluir, por ejemplo, una (o más) señales portadoras individuales. Cada señal portadora individual puede dividirse en tiempo (p. ej., utilizando TDMA u otras técnicas de multiplexación por división temporal) en un número de sub canales. Los sub canales pueden ser del mismo tamaño, o de diferentes tamaños, y un conjunto de alternativas se abordarán a continuación. En otras realizaciones, otros esquemas de canalización pueden integrarse o usarse en lugar de los sub canales con división temporal, tales como el Frequency Division Multiple Access (Acceso múltiple por división de frecuencia - FDMA), el Orthogonal Frequency Division Multiple Access (Acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales - OFDMA), el Code Division Multiple Access (Acceso múltiple por división de código - CDMA) o cualquier número de esquemas híbridos u otros conocidos en la técnica.

En una realización, un satélite geoestacionario 105 está configurado para recibir las señales de la ubicación de la antena 110 y dentro de la banda de frecuencia y polarización específica transmitidas. El satélite 105 puede utilizar, por ejemplo, una antena reflectora, una antena de lente, un conjunto de antenas, una antena activa o cualquier otro mecanismo conocido en la técnica para la recepción y/o la transmisión de señales. El satélite 105 puede procesar las señales recibidas desde la puerta 115 de enlace y transmitir la señal desde la puerta 115 de enlace a uno o más terminales 130 de usuario. En una realización, el satélite 105 funciona en modo de múltiples haces, transmitiendo un número de haces estrechos, cada uno de ellos dirigido a una región diferente de la Tierra, lo que permite la reutilización de la frecuencia. Con un satélite 105 de haces múltiples de dichas características puede haber cualquier número de configuraciones de conmutación de señal diferentes en el satélite, permitiendo que las señales de una sola puerta 115 de enlace se conmuten entre diferentes haces puntuales. En otra realización, el satélite 105 puede configurarse como satélite transparente, en donde el satélite puede convertir a frecuencia las señales de portadoras recibidas antes de retransmitirlas a su destino, realizando un procesamiento mínimo o nulo sobre el contenido de estas. El satélite 105 puede utilizar diversas técnicas de modulación de transmisión y codificación de la capa física, según ciertas realizaciones de la invención, incluyendo las definidas con los estándares DVB-S2 y WiMAX. Para otras realizaciones, son posibles un número de configuraciones (p. ej., utilizando satélites LEO o una red de malla en lugar de una red en estrella), como es evidente para los expertos en la técnica.

Las señales de servicio transmitidas desde el satélite 105 pueden recibirse en uno o más terminales 130 de usuario, a través de la respectiva antena 125 de usuario. En una realización, la antena 125 y el terminal 130 juntos forman un very small aperture terminal (terminal de apertura muy pequeña - VSAT). En otras realizaciones, se puede utilizar una variedad de otros tipos de antena 125 en los terminales 130 de usuario para recibir la señal desde el satélite 105. Cada uno de los terminales 130 de usuario puede ser un terminal de usuario individual o, de forma alternativa, ser un concentrador o enrutador (no ilustrado) que se acopla a múltiples terminales de usuario. Cada terminal 130 de usuario puede estar conectado a consumer premises equipment (equipos locales de clientes - CPE) 160 (p. ej., ordenadores, redes de área local, dispositivos de Internet, redes inalámbricas, etc.). En algunas realizaciones, la antena 125 y el terminal 130 de usuario pueden acoplarse con una plataforma móvil. La Fig. 1 muestra, solo a modo de ejemplo, la antena 125-m y el terminal 130-m de usuario acoplado con el avión 170; la antena 125-n y el terminal 130-n se acoplan con el tren 180.

En una realización, se utiliza un esquema de Multi-Frequency Time-Division Multiple Access -(Frecuencia múltiple de acceso múltiple por división de tiempo - MF-TDMA) para los enlaces ascendentes 140 y 145, permitiendo el flujo eficiente del tráfico y manteniendo a la vez la flexibilidad en la capacidad de asignación entre cada uno de los terminales 130 de usuario. En esta realización, se asigna un número de canales de frecuencia que pueden ser fijos o que pueden asignarse de manera más dinámica. Después se emplea un esquema de Time-Division Multiple-Access (Acceso múltiple por división de tiempo - TDMA,) en cada canal de frecuencia. En este esquema, cada canal de frecuencia puede dividirse en varias ranuras de tiempo que pueden asignarse a una conexión (es decir, a un terminal 130 de usuario). En otras realizaciones, uno o más de los enlaces ascendentes 140 y 145 pueden configurarse utilizando otros esquemas, tales como TDMA, FDMA, OFDMA, CDMA, o cualquier número de esquemas híbridos u otros conocidos en la técnica.

Un terminal 130 de usuario puede transmitir información relacionada con la calidad de la señal a la puerta 115 de enlace a través de satélite 105. La calidad de la señal puede ser una relación señal-ruido medida, una relación señal-ruido estimada, una tasa de error de bits, un nivel de energía recibida o cualquier otro indicador de calidad de enlace de comunicación. El propio terminal 130 de usuario puede medir o estimar la calidad de la señal, o puede pasar la información medida o estimada por otros dispositivos. Un terminal 130 de usuario puede transmitir también datos e información a un destino 120 de red a través del satélite 105 y la puerta 115 de enlace. El terminal 130 de usuario transmite las señales a través del enlace ascendente 145 al satélite 105 mediante el uso

de la antena 125. Un terminal 130 de usuario puede transmitir las señales según una variedad de técnicas de modulación y codificación de la transmisión de la capa física, incluidas las definidas con los estándares DVB-S2 y WiMAX. En varias realizaciones, las técnicas de la capa física pueden ser las mismas para cada uno de los enlaces 135, 140, 145, 150, o pueden ser diferentes. La puerta 115 de enlace puede, en algunas realizaciones, utilizar esta señal de información de calidad para implementar ACSM, ajustar los formatos de modulación, propagación y codificación a cada terminal o conjunto de terminales en función de sus condiciones de conexión.

Las realizaciones proporcionan métodos, sistemas y aparatos para ACSM. Las realizaciones pueden utilizar el ancho de banda del transpondedor disponible en una variedad de usuarios móviles. Cada terminal en conjunción con la puerta de enlace puede adaptar su modulación de canal directo, codificación, y los factores de propagación basados en E_c/N_0 del terminal, meramente a modo de ejemplo. E_c/N_0 y E_s/N_0 pueden usarse indistintamente a lo largo de esta descripción; E_c/N_0 y E_s/N_0 puede ser el mismo cuando no hay propagación; E_c/N_0 y E_s/N_0 puede diferir en $10 \cdot \log_{10}$ (factor de propagación) cuando hay propagación. Un usuario móvil puede estar limitado en E_c/N_0 debido a su ubicación dentro del área de cobertura y/o el tamaño de la antena del terminal.

Solamente a modo de ejemplo, el intervalo de effective isotropic radiated power (potencia radiada isotrópica efectiva - EIRP) cubierta a través de unas pocas regiones representativas puede ser de 38 dBW hasta 54 dBW. Los usuarios móviles en una sola red pueden incluir, aunque no de forma limitativa, aeronaves, trenes o barcos, y pueden recorrer cualquier parte del área de cobertura. Un módem puede estar acoplado a una variedad de antenas. El tamaño de la antena de cualquier terminal puede variar de 0,23 m hasta 0,91 m (9 pulgadas hasta 36 pulgadas), meramente a modo de ejemplo. Otros terminales pueden ser antenas asociadas con otros tamaños en algunas realizaciones. Combinando el intervalo EIRP y el tamaño de la antena, el receptor del terminal puede ver E_c/N_0 de -17 dB hasta +13 dB, simplemente a modo de ejemplo. Algunas realizaciones pueden tener distintos intervalos de E_c/N_0 .

Se puede utilizar una señal de modcode para señalar dinámicamente información incluidos, aunque no de forma limitativa, un tipo de modulación, un factor de propagación, una velocidad de código, y/o un tamaño de trama/tipo de codificación. Un modcode específico puede referirse como un punto de modcode, que simplemente puede reflejar que el modcode es un modcode una lista de modcodes (o puntos de modcodes) para un terminal y/o un sistema. Un modcode específico puede representar un conjunto específico de información que puede incluir un esquema de modulación, un factor de propagación, una velocidad de código y/o tipo de codificación, y/o una longitud de trama. El tamaño de la trama puede ser un tamaño de FECFRAME en algunas realizaciones. La velocidad de código puede ser para un decodificador de low density parity check (control de paridad de baja densidad - LPDC) y/o un decodificador turbo en algunas realizaciones. Al señalar dinámicamente esta información modcode, los terminales pueden intercambiar E_c/N_0 para una velocidad de datos. Solamente a modo de ejemplo, a continuación, se proporcionan diferentes tipos de modulación de la señalización de modcode, factores de propagación, velocidades de código y tamaños de trama. Estos son simplemente para proporcionar ejemplos de estos posibles parámetros, mientras que algunas realizaciones pueden incluir otros parámetros. Los tipos de modulación pueden incluir, aunque no de forma limitativa, QPSK-S, $\pi/2$ BPSK, QPSK para modo no propagado y modos de propagación limitada, 8PSK para modo no propagado y 16APSK para modo no propagado. Los factores de propagación pueden incluir, aunque no de forma limitativa, no propagado (factor de propagación 1) o 2 hasta 23. Las velocidades de código pueden incluir, aunque no de forma limitativa, los parallel concatenated convolutional codes (códigos convolucionales concatenados paralelos - PCCC)-velocidad 1/3 de código turbo, velocidades de código LDPC para QPSK-1/4, 1/3, 2/5, 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 8/9, 9/10 (FECFRAME normal), velocidades de código LDPC para 8PSK-3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 8/9, 9/10 (FECFRAME normal), velocidades de código LDPC para 16APSK-2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 8/9, 9/10 (FECFRAME normal). Los tamaños de las tramas pueden incluir, aunque no de forma limitativa, tamaño de FECFRAME de 24592 símbolos, tamaño de FECFRAME de 16200 símbolos (cortos), tamaño de FECFRAME o 64800 símbolos (normales).

Las realizaciones de la señalización de modcode pueden permitir una sobrecarga mínima para la señalización de modcode. Además, las realizaciones pueden proporcionar señalización de modcode que solo tiene que decodificarse para el terminal destinado; no todas las señales de modcode tienen que ser decodificadas por cada terminal. Además, las realizaciones pueden proporcionar una tabla de modcode capaz de ser modificada en el futuro de modo que pueda haber espacio para el crecimiento o la modificación fácil de la tabla. La señalización de modcode puede proporcionar varios tipos de modulación, velocidades de código y factores de propagación que pueden ser multiplexados por división de tiempo en una sola portadora a velocidades de bits de información variables con una velocidad de símbolo o velocidad de chip constante o en algunas realizaciones. En algunas realizaciones, un nivel adecuado de codificación, propagación, y/o modulación puede aplicarse en cada terminal de usuario basado en las condiciones de canal conocidas por los terminales.

Las realizaciones proporcionan métodos, aparatos y sistemas para codificación variable o adaptable de información de señalización de puntos de modcode. En algunas realizaciones, se le proporciona a una señal de punto de modcode la suficiente energía para que un terminal que pueda decodificar una trama en un punto de modcode respectivo sea capaz de recibir y decodificar la información de señal de punto de modcode. Otros terminales pueden no ser capaces de decodificar la señal de punto de modcode y puede que no necesiten decodificar la señal de punto de modcode.

En algunas realizaciones, se puede utilizar un physical layer header (cabezal de capa física - PLH) para transportar información con respecto a un punto de modcode, que incluye, aunque no de forma limitativa, información de modulación, factor de propagación, velocidad de código y/o tamaño de trama para una trama de

datos. La trama de datos puede ser una forward error correction frame (trama de corrección de errores directa - FECFRAME) en algunas realizaciones. La longitud de un PLH para un punto de modcode específico puede depender del punto de modcode en algunas realizaciones.

- 5 Un cabezal de capa física puede ser un PLH distribuido en algunas realizaciones. Un PLH distribuido puede representarse como múltiples copias de una modcode partition (partición de modcode - MCP) en algunas realizaciones. MCP para toda una FECFRAME pueden formar un PLH. Un PLH cuando se decodifica puede describir la modulación, el factor de propagación, la velocidad de código y el tamaño de la FECFRAME junto con otra información.
- 10 En algunas realizaciones, una partición de modcode puede ser representativa de un punto de modcode específico. Cada MCP puede tener una longitud uniforme en algunas realizaciones. Para una trama específica con un modcode asociado, las copias de un MCP específico también asociadas con el punto de modcode se pueden introducir en una trama de datos en distintos lugares de la trama de datos. Los lugares de inserción pueden ser conocidos por un receptor. En algunas realizaciones, los MCP se anteponen o se anexan a partes de
- 15 una trama de datos de manera que la trama de datos se divide en longitudes conocidas. En algunas realizaciones, una trama de datos tal como una FECFRAME puede ser subdividida en una longitud de unidad común. Solamente a modo de ejemplo, esta longitud de unidad común de una trama de datos puede referirse en la presente memoria como una data stream unit (unidad de flujo de datos - DSU). Meramente a modo de ejemplo, la Fig. 2 proporciona la tabla 200 en la que se ha elegido una data stream unit (unidad de flujo de datos - DSU)
- 20 para que tenga una longitud de 1350 chips. Esta longitud se puede elegir simplemente para dividir de forma uniforme en uno o más tamaños de tramas conocidos, tales como algunos tamaños de FECFRAME. Sin embargo, en otras realizaciones, otras longitudes de DSU pueden utilizarse dentro del ámbito de la descripción.
- 25 Solo a modo de ejemplo, las Figs. 3A y 3B proporcionan realizaciones que muestran ejemplos de MCP, DSU y PLH para dos FECFRAMEs cortas. La Fig. 3A muestra una FECFRAME corta de 16APSK, sin propagación. El PLH incluye MCPa, MCPb y MCPc. La FECFRAME codificada incluye DSU 0, DSU 1 y DSU 2. La Fig. 3B muestra una FECFRAME corta de 8PSK sin propagación. El PLH incluye MCPa, MCPb, MCPc y MCPd. La FECFRAME codificada incluye DSU 0, DSU 1, DSU 2 y DSU 3. En estos ejemplos, los MCP se anteponen a cada DSU.
- 30 En algunas realizaciones, la propagación puede efectuarse también en los MCP y/o DSU. En casos de propagación, la partición de una trama de datos tal como una FECFRAME en DSU puede llevarse a cabo tras la propagación. Como resultado, una trama de datos dividida puede consistir en chips.
- 35 Los ejemplos anteriores pueden reflejar una realización en donde se puede elegir una longitud de unidad común de símbolos de canal para dividirse de forma uniforme en una longitud de símbolo para una trama de datos tal como una FECFRAME corta y/o normal. Sin embargo, esto no es necesario. Por ejemplo, considérese una FECFRAME que es un múltiplo de 24592 chips de longitud, que puede depender de un factor de propagación. Con el uso de una DSU de 1350 chips, la Fig. 4 proporciona ejemplos de reflexión de la tabla 400 que muestran el número de DSU por FECFRAME con diferentes factores de propagación. También resume la sobrecarga debido a los chips adicionales de un DSU sin llenar.
- 40 La elección de una longitud de unidad común de 1350 símbolos (chips) no debe considerarse como limitante. Otras longitudes de unidad común pueden utilizarse en diferentes realizaciones. Además, una longitud de unidad común puede no ser necesaria en algunas realizaciones. También puede utilizarse en algunas realizaciones una segmentación conocida de una trama de datos.
- 45 Un modcode puede representar un esquema de modulación, un factor de propagación, una velocidad de código y/o tipo de codificación, y/o una longitud de trama. Las realizaciones proporcionan modcodes que pueden cubrir un amplio intervalo dinámico en valores de C/N. Solo a modo de ejemplo, algunas realizaciones pueden cubrir aproximadamente 30 dB de intervalo. Este intervalo puede incluir la variación que representa la ubicación de un
- 50 terminal dentro de la huella del satélite y el tamaño de la antena de un terminal. Las Figs. 5A y 5B proveen la tabla 500 que representa un conjunto de modcodes, según varias realizaciones. Como se ha indicado anteriormente, se puede hacer referencia a un modcode como un punto de modcode en algunos casos.
- 55 Una tabla de modcode, tal como la que se encuentra en las Figs. 5A y 5B, puede no cubrir todas las posibles combinaciones de tamaño, modulación, velocidad de código y/o factor de propagación de la trama. Una tabla de modcode puede estar limitada; por ejemplo, la tabla 500 de las Figs. 5A y 5B se limitaba a un tamaño de 63 para mantener el MCP pequeño. Tablas mayores pueden requerir mayor MCP y la sobrecarga puede aumentar. En algunas realizaciones, se puede expandir una tabla de modcode según sea necesario. Además, incluso con un límite en el número de modcodes en una tabla, el límite no tiene que ser necesariamente alcanzado. Por ejemplo,
- 60 en algunos casos, los modcodes que pueden no proporcionar demasiada diferencia de otros modcodes pueden no incluirse en algunos casos; una tabla de modcode puede cubrir las modulaciones, velocidades de código y factores de propagación pertinentes. Por ejemplo, la tabla 500 en las Figs. 5A y 5B solo incluye 48 modcodes.
- 65 Meramente a modo de ejemplo, en las Figs. 5A y 5B, la tabla 500 incluye un punto de funcionamiento calculado o E_c/N_0 que fue tomado a una mayor velocidad de funcionamiento de chips (o velocidad de símbolo), 45 Mcps. Los puntos de funcionamiento en una modulación y velocidad de código determinadas fueron aquellos que pueden requerir un punto

de E_b/N_0 en el punto quasi-error-free (casi libre de error - QEF), que ocurre en el tamaño de FECFRAME corto, como se proporciona en la tabla 500. Para cualquier par de modcodes con FECFRAMEs cortas y normales, solo se indica el mayor E_b/N_0 en la tabla. Algunas realizaciones pueden utilizar diferentes puntos de funcionamiento.

- 5 La señalización de modcode, según varias realizaciones, puede hacerse de varias maneras. A continuación se presentan varios ejemplos, aunque pueden utilizarse otros métodos, aparatos y sistemas dentro del ámbito de la descripción.

10 En algunas realizaciones, la señalización de modcode puede utilizar palabras clave o una combinación de las palabras clave que están "moduladas" con un patrón BPSK para proporcionar información de modcode. La longitud del patrón BPSK puede depender del E_b/N_0 deseado del punto de modcode que se recibirá.

15 Algunas realizaciones pueden utilizar secuencias de Walsh. Las secuencias de Walsh tienen una longitud de 2^N , donde N es un número entero. Son secuencias binarias y cada secuencia es ortogonal con todas las demás secuencias de la misma longitud. Las Figs. 6A y 6B proporcionan una tabla 600 que muestra las secuencias de Walsh de longitud 32. En algunas realizaciones pueden utilizarse otras longitudes de secuencia de Walsh. Las secuencias de Walsh se pueden utilizar en varios ejemplos proporcionados más abajo.

20 En algunas realizaciones, puede utilizarse una codificación de repetición para la señalización de modcode. La codificación de repetición puede utilizar un código Reed-Muller, por ejemplo. Los códigos Reed-Muller están basados en secuencias de Walsh. Cada código de primer orden de Reed-Muller se basa en las secuencias de Walsh de longitud 2^N y la versión invertida de cada una. Un código Reed-Muller RM (32, 6), por ejemplo, está basado en la secuencia de Walsh de longitud 32 y la inversión de cada secuencia. Esto proporciona 6 bits de información ya que hay 64 códigos. Las secuencias de Walsh se pueden decodificar eficazmente con el uso de una Fast Hadamard Transform (Transformación rápida de Hadamard - FHT) en algunas realizaciones.

25 Simplemente a modo de ejemplo, se puede utilizar un código Reed-Muller, RM (32, 6) para algunas codificaciones de repetición que se usan para la señalización de modcode. Otras realizaciones pueden utilizar códigos Reed-Muller de diferentes longitudes, tales como RM (64, 7) y RM (128, 8), meramente a modo de ejemplo. Se puede usar un código Reed-Muller para indicar qué modulación, codificación y/o propagación se utiliza. Para RM (32, 6), una tabla de modcode puede estar limitada a un tamaño de 64.

30 Un código RM (32, 6) puede dividirse de manera que abarque dos MCP, donde cada MCP puede ser de al menos 16 chips en algunas realizaciones. Se puede aplicar una secuencia de aleatorización. Esto puede tener en cuenta situaciones en las que una primera mitad y una segunda mitad de algunas palabras clave pueden ser iguales. En algunas realizaciones, un patrón de BPSK, que puede ser secuencia de PN/patrón de inversión, puede imponerse en las palabras clave que se "repite". Cualquier hueco adicional que quede debido al número de MCP por FECFRAME puede llenarse con una banda de protección.

35 Solo a modo de ejemplo, la modulación 16APSK puede representarse como 3 MCP. Dos de los MCP se pueden usar para formar el modcode. El tercer MCP puede ser una banda de protección. La banda de protección puede ser uno de los códigos Reed-Muller que quedan en reserva. Las Figs. 7A y 7B proporcionan la tabla 700 que muestra las bandas de protección y "repeticiones" por modcode según varias realizaciones.

40 En algunas realizaciones, un orthogonal variable spread factor (factor de propagación variable ortogonal - OVVSF) puede utilizarse para la señalización de modcode. Solo a modo de ejemplo, un OVVSF puede utilizar las 32 secuencias de Walsh que se muestran en la tabla 600 de las Figs. 6A y 6B en los canales I y Q. Algunas realizaciones pueden utilizar otras longitudes de secuencias de Walsh. La longitud del MCP puede tener un mínimo de 32 chips para OVVSF cuando se usa una secuencia de 32 Walsh.

45 Un conjunto único de secuencias de Walsh en el canal I puede utilizarse para cada grupo de modulación en algunas realizaciones que usan OVVSF. Solo a modo de ejemplo, tres de las secuencias de Walsh pueden utilizarse para indicar las velocidades de código 16APSK y los tamaños de FECFRAME. Esto puede limitar el número de combinaciones de 16APSK a 8. Puede ser necesario que un receptor de modcode reciba las tres secuencias de Walsh en el mismo orden que se transmitieron con el fin de que declare el ganador perteneciente al grupo 16APSK. La señal de un pico de FHT puede indicar la secuencia de Walsh usada en algunas realizaciones. La señal de FHT puede indicar la secuencia de superposición/el patrón de inversión usados en algunas realizaciones. Agrupar las tres salidas de FHT para cada secuencia de Walsh puede servir como el índice en una tabla que indica la velocidad de código y el tamaño de FECFRAME.

50 Otro conjunto único de cuatro secuencias de Walsh sobre el canal I puede utilizarse para indicar las velocidades de código 8PSK y los tamaños de FECFRAME, solo a modo de ejemplo. Estas cuatro secuencias pueden ser diferentes de las que se usan en el caso 16APSK. Otro conjunto único de seis secuencias de Walsh en el canal I se puede usar para indicar las velocidades de código QPSK y los tamaños de FECFRAME, meramente a modo de ejemplo. Estas seis secuencias pueden ser, además, diferentes de las secuencias utilizadas en los casos 16APSK y 8PSK.

65

Las secuencias de Walsh restantes en el canal I y todas las secuencias de Walsh en el canal Q se pueden usar para indicar el resto de modcodes, las FECFRAME heredadas, las FECFRAME de LDPC de reemplazo y/o los rellenos de huecos con QPSK y los factores de propagación pequeños, por ejemplo.

5 En algunas realizaciones, se pueden utilizar orthogonal code channels (canales de código ortogonales - OCC) para la señalización de modcode según varias realizaciones. Solo a modo de ejemplo, una realización que utiliza OCC puede usar las 32 secuencias de Walsh en los canales I y Q. Otras realizaciones pueden utilizar otras longitudes de secuencia de Walsh.

10 Utilizando secuencias de Walsh de longitud 32 puede limitar el tamaño de la tabla de modcode a 63 donde 32 puntos de modcode están en el canal I y otros 32 puntos de modcode están en el canal Q en algunas realizaciones. Uno de los 64 puntos de modcode se puede utilizar como una banda de protección en algunas realizaciones. Para cada punto de modcode, se puede usar una sola secuencia de Walsh en el canal I (o Q). En algunas realizaciones, una secuencia de PN puede estar impuesta en la secuencia de Walsh. Cada bit de la secuencia de PN puede ya sea invertir la secuencia completa o dejarla sin invertir. En algunas realizaciones, la longitud de la secuencia de PN puede depender de la longitud de la FECFRAME en los DSU. Solo a modo de ejemplo, la longitud de la secuencia de PN puede ser

$$\left\lceil \frac{\text{número_de_DSU}}{2} \right\rceil$$

20 El resto de MCP puede usarse como una banda de protección, una secuencia de Walsh reservada. Esto puede evitar que las secuencias se solapen entre sí y puede simplificar el análisis.

Las realizaciones que utilizan la OCC con 32 secuencias de Walsh pueden tener MCP con un mínimo de 32 chips, la longitud de la secuencia de Walsh. Las Figs. 8A y 8B proporcionan una tabla 800 de modcode posible para OCC. La tabla resume el número de bandas de protección para FECFRAMES cortas para cada PLH. Las FECFRAMES normales pueden tener bandas de protección mucho más largas, pero el mismo número de MCP para formar la parte de modcode del PLH. El propósito de las bandas de protección puede ser vaciar un correlacionador. Además, las bandas de protección pueden ayudar a simplificar el análisis de OCC.

30 Con referencia ahora a la Fig. 9, esta figura ilustra, solamente a modo de ejemplo, una FECFRAME de 16APSK con una velocidad de código LDPC 8/9 entre dos FECFRAME de LDPC con la velocidad de código 1/3 y el factor 23 de propagación, según varias realizaciones. La banda de protección para la trama de propagación es 138 MCP de longitud y puede ser suficiente para vaciar su correlacionador correspondiente, también de una longitud de 138 MCP. Esto puede simplificar el análisis del rendimiento de la block error rate (tasa de errores de bloque - BLER). También puede facilitar la búsqueda de secuencias de PN/secuencia de inversión de los MCP. Debido a que el correlacionador puede vaciarse, se puede evitar la correlación cruzada o cualquier superposición/correlación parcial con otra FECFRAME de repetición del mismo modcode. Dado que la FECFRAME 16APSK solo tiene 3 MCP, dos llevan información de señalización mientras que el tercero es banda de protección. Esto es suficiente para vaciar su correlacionador.

40 La Fig. 10 proporciona la tabla 1000 que resume la secuencia de pseudonoise (pseudoruido - PN)/secuencia de inversión que se puede usar en algunas realizaciones para el patrón de inversión y de no inversión superpuestos sobre los MCP para crear la parte de modcode del PLH en algunas realizaciones. La tabla 1000 también muestra la distancia entre el pico del correlacionador y el siguiente lóbulo lateral más grande. La secuencia de PN se escogió para maximizar la distancia entre el pico del correlacionador y el siguiente lóbulo lateral. Otras realizaciones pueden usar otras secuencias de PN/secuencias de inversión.

La Fig. 11 proporciona un diagrama de bloques de un dispositivo 1100 de transmisión que puede utilizarse para la codificación, propagación y modulación adaptables según varias realizaciones con señalización de modcode variable y/o adaptable. La fuente 1110 de información puede proporcionar información al dispositivo 1100 de transmisión. El formateador 1115 puede formatear información desde la fuente 1110 de información; esto puede incluir convertir una señal analógica en señal digital. El formateador también puede dividir los datos en tramas de datos. El módulo 1120 de modcode puede determinar un modcode para una trama de datos de información 1110 de fuente. En algunas realizaciones, el módulo 1120 de modcode puede variar o adaptar los modcodes en base a trama por trama en algunas realizaciones. El codificador 1125 puede codificar la información recibida del formateador 1115. Esto puede incluir, por ejemplo, los datos de codificación de una trama de datos. Puede incluir símbolos de codificación. El codificador 1125 también puede codificar información basada en información de un codificador asociada con un modcode recibido del módulo 1120 de modcode. El modulador 1130 puede recibir información codificada del módulo 1125 del codificador y modular la información. El modulador 1130 puede también modular la información en base a una modulación asociada con un modcode recibido de un módulo 1120 de modcode. El ensanchador 1135 también puede propagar los datos recibidos de los otros módulos. El ensanchador 1135 puede aplicar un factor de propagación en base a un modcode recibido del módulo 1120 de modcode.

La selección de señal de modcode y el módulo 1140 de generación puede utilizar después información relativa a un modcode determinado por el módulo 1120 de modcode. Un modcode, por ejemplo, puede seleccionarse para ser representado por una representación de modcode para fines de señalización de diferentes formas, como se

ha descrito anteriormente. En algunas realizaciones, la representación de modcode generada o la señal de modcode puede superponerse con una secuencia, tal como una secuencia de PN o de inversión. Generar una representación o señal de modcode también puede incluir la generación de una banda de protección. El aleatorizador 1145 puede aleatorizar la representación de modcode. La aleatorización puede usarse para eliminar el impacto espectral de la secuencia de Walsh repetida en algunas realizaciones. En algunas realizaciones, puede aleatorizarse una secuencia de datos. El modulador 1150 puede entonces modular la representación de modcode codificada y/o propagada. En algunas realizaciones, la modulación puede ser una modulación de BPSK, que puede ser una $\pi/2$ -BPSK, aunque también pueden utilizarse otros esquemas de modulación.

En algunas realizaciones, la información de origen o datos que han sido formateados, codificados, modulados, y/o propagados pueden estar alineados o escalonados con una señal de modcode usando el alineador 1155. En algunas realizaciones, la señal de modcode puede representarse como particiones de modcode. La señal de modcode puede insertarse, después, en los datos usando el insertador 1160 de modcode. En algunas realizaciones, los datos pueden dividirse en bloques de una longitud de unidad común; esto puede dar lugar a unidades de flujo de datos en algunas realizaciones. En algunas realizaciones, la señalización y datos de modcode combinados pueden ser después intercalados utilizando el intercalador 1165 de canal. El transmisor 1170 puede transmitir posteriormente la información combinada a través de la antena 1175. Algunas realizaciones de un modulador ACSM pueden incluir más o menos componentes. En algunos casos, los componentes pueden combinarse. En algunos casos, los componentes pueden dividirse; por ejemplo, el alineador 1155 puede dividirse entre las ubicaciones 1155 y 1115. En algunas realizaciones, los módulos pueden usarse en diferentes órdenes.

La Fig. 12 proporciona otro ejemplo de la parte 1200 de un modulador de ACSM que puede utilizarse para la inserción de modcode según varias realizaciones. La entrada 1210 de modcode puede proporcionarse como se describe anteriormente. Esto puede basarse en un modcode asociado con una trama de datos. En algunas realizaciones, la entrada de modcode puede provenir de un entramado de banda de base que puede acompañar a una FECFRAME. A partir de la entrada 1210 de modcode, el selector 1215 de secuencias de Walsh puede seleccionar una secuencia de Walsh. También se puede seleccionar una secuencia de PN mediante el selector 1220 de secuencia de PN. La secuencia de Walsh y la secuencia de PN se pueden después combinar, o “multiplicar” juntas en el multiplicador 1225. En algunas realizaciones, la memoria 1230 intermedia de flujo de chips de entrada puede contener una FECFRAME mientras que la FECFRAME está dividida, tal como en las DSU. El multiplexor 1235 puede después insertar MCP en la FECFRAME dividida. Se puede incrustar un índice de modcode en los datos antes de alcanzar el punto de inserción de MCP, ya que los datos ya están codificados, modulados y/o propagados. Algunas realizaciones también pueden incluir el contador 1240 de chips DSU. Cuando el contador 1240 de chips DSU se desborde, el multiplexador 1235 puede poner la memoria 1230 intermedia de flujo de chips de entrada en espera e insertar el MCP en algunas realizaciones. Mientras que el contador 1240 de chips DSU se está incrementando, el multiplexador 1235 puede sacar datos de la memoria 1230 intermedia de flujo de chips de entrada.

La Fig. 13 proporciona un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de dispositivo receptor 1300 configurado según varias realizaciones. En una realización, el dispositivo 1300 es un receptor de codificación, propagación y modulación adaptables que incluye un detector 1310 de modcode. En algunas realizaciones, el dispositivo 1300 puede tener un módulo 1320 de sincronización de tiempo y portadora. El detector 1310 de modcode puede operar en los datos después de bucles de tiempo y de seguimiento de portadora, que pueden formar parte del módulo 1320 de sincronización; como resultado, los chips entrantes pueden ser ya coherentes en algunas realizaciones. Esto puede permitir que las representaciones de modcode tales como MCP se sumen coherentemente en algunas realizaciones.

El dispositivo 1300 muestra la antena 1315 y el módulo receptor 1325 para recibir señales inalámbricas. El módulo 1320 de sincronización también puede estar acoplado con el receptor. El módulo 1320 de sincronización puede ayudar a proporcionar la fase de temporización y/o portadora para el receptor. A continuación se describen con más detalle realizaciones con diferentes módulos de sincronización.

Algunas realizaciones pueden incluir un desintercalador 1330 de canal. El desintercalador 1330 de canal puede incluir un desintercalador convolucional como se discutirá con más detalle a continuación. Una señal recibida, que puede estar desintercalada, puede tener un modcode retirado con el eliminador 1335 de modcode. Una señal recibida también puede ser desensanchada utilizando el desensanchador 1340, demodulada con el demodulador 1345, y/o decodificada con el decodificador 1350. Además, la señal recibida se puede proporcionar al detector 1310 de modcode. El detector 1310 de modcode puede decodificar la información de modcode incluida con la señal recibida, según varias realizaciones. La información decodificada de modcode puede proporcionarse al desensanchador 1340, al demodulador 1345, y/o al decodificador 1350, de manera que estos componentes pueden utilizar esta información para desensanchar, demodular y/o decodificar la señal. El formateador 1355 también puede formatear una señal resultante y proporcionarla al sumidero 1360 de información. Algunas realizaciones pueden utilizar módulos comparables en orden y/o disposiciones diferentes. Algunas realizaciones pueden combinar módulos.

La Fig. 14 muestra un diagrama de bloques que ilustra el detector 1400 de modcode según varias realizaciones. El detector 1400 de modcode puede ser detector 1310 de modcode del dispositivo 1300 de la Fig. 13, por ejemplo. Las señales de tanto un canal en fase como en cuadratura (canales I/Q) pueden alimentarse al demodulador 1410. En algunas realizaciones, las señales de los canales I/Q pueden enviarse también al alineador 1415, que puede alinear datos con una

salida del detector de modcode en algunas realizaciones. El alineador 1415 puede implicar la alineación de data stream unit (unidades de flujo de datos - DSU) con modcode partitions (particiones de modcode - MCP) en algunas realizaciones. La alineación también puede producirse en un extremo del modulador, tal como con el modulador 1100 y el alineador 1155 de la Fig. 11. Desde el demodulador 1410, las señales del canal I/Q pueden enviarse al desaleatorizador 1420 sincronizado a una estructura de trama tal como una supertrama (explicada en detalle a continuación) en algunas realizaciones. La aleatorización puede eliminar un impacto espectral de modcode de repetición de todos los patrones 0 o ZOZO, en particular, cuando los datos no están intercalados para algunas realizaciones.

En algunas realizaciones, un alineador también puede utilizarse para presentar una FECFRAME a un decodificador. En algunas realizaciones, un alineador puede recibir datos desaleatorizados, desensanchados, demodulados y/o desintercalados en su entrada.

En algunas realizaciones que usan particiones de modcode, los MCP pueden repetirse típicamente con una secuencia de PN/patrón de inversión de -1's y +1's impuesta/o a cada MCP. Los MCP como resultado pueden tener un impacto en el espectro. En realizaciones que usan un intercalador y desintercalador, cuando los MCP están intercalados, un número mínimo de ramificaciones del intercalador tales como el intercalador convolucional pueden exceder el tamaño de los MCP si el retraso del intercalador y desintercalador de extremo a extremo es superior al valor de tiempo (0,2 segundos por ejemplo en algunas realizaciones) de manera que el impacto espectral de los MCP es "dispersado" y no se requiere aleatorización. Para las realizaciones en donde el intercalador no se utiliza, puede ser necesaria una aleatorización. La misma secuencia de aleatorización se puede aplicar sobre toda la estructura de la trama, tal como una supertrama (que se describe con mayor detalle más adelante), pero puede ser solo para los MCP. Los MCP pueden tener que desaleatorizarse antes de que cualquier procesamiento pueda comenzar; esto correría a cargo del desaleatorizador 1420.

Los datos demodulados de modcode de ambos canales de I/Q pueden utilizarse también en el módulo 1425 de cálculo de potencia, que puede determinar una potencia total por elemento de una FIFO derivada o por MCP. También se puede determinar una suma a lo largo de la longitud de un correlacionador en el módulo sumador 1430, que proporciona potencia total sobre varias longitudes del correlacionador al banco 1435 de correlacionador. El detector de secuencia y el banco 1435 de correlacionador pueden incluir un detector de secuencia para secuencias de Walsh, un banco de correlacionador para diferentes longitudes de correlacionador correspondientes a la secuencia de superposición/patrón de inversión, y alineación de tiempo de los correlacionadores de varias longitudes, en algunas realizaciones. El módulo 1435 además puede recibir entradas de canales I/Q demoduladas y posiblemente desaleatorizadas. El módulo 1435 también puede normalizar las salidas pico de cada correlacionador. El módulo 1435 también puede ser módulos múltiples en algunas realizaciones.

En algunas realizaciones, una FIFO derivada puede ayudar a alinear todos los correlacionadores de longitudes diferentes en el tiempo. La salida de un correlacionador, si se alcanzó su punto máximo, puede ser el inicio de la FECFRAME en algunas realizaciones. Los correlacionadores pueden necesitar alinearse en el tiempo con el correlacionador más largo para permitir la comparación de los picos a través del módulo 1440 del detector de picos en algunas realizaciones.

Algunas realizaciones del detector 1400 de modcode pueden incluir un filtro 1445 de modcode. Por ejemplo, el filtro 1445 de modcode puede implementarse en realizaciones que utilizan canales de código ortogonales. El filtro 1445 de modcode puede permitir que los correlacionadores de longitud más corta sean ignorados en el E_b/N_0 bajo. Esto puede ser necesario porque los correlacionadores de menor longitud pueden producir falsas alarmas donde la salida de los picos de los correlacionadores más cortos a veces era más grande que la salida pico del correlacionador correcto real. En algunas realizaciones, el estimador Es/No 1450 también puede proporcionar información Es/No al filtro de modcode. Se puede retroalimentar una estimación de Es/No en el sistema para que la coordinación de un cambio a un nuevo punto de modcode. Esto puede dar a un terminal una mejor velocidad de datos basada en las condiciones actuales. El filtro 1445 de modcode también puede preajustar la selección de modcodes para ser utilizado en algunos sistemas.

El módulo 1440 de detección de picos se puede utilizar para determinar picos de los correlacionadores en algunas realizaciones. Las salidas de los bancos de correlacionador se pueden normalizar de modo que se puedan comparar entre sí para elegir un ganador en el módulo de detección de picos. Si varios correlacionadores producen todos una salida pico al mismo tiempo, entonces pueden ser comparados y elegirse un máximo. El detector de picos puede seleccionar un pico máximo. El promedio de nivel pico para cada correlacionador puede ser el mismo en un E_b/N_0 fijo. Lo siguiente proporciona factores de normalización que pueden utilizarse en algunas realizaciones. Solo a modo de ejemplo, estos factores pueden asumir MCP de longitud 32, aunque otras realizaciones pueden utilizar MCP con diferentes longitudes.

Una potencia total bajo los canales I o Q donde los MCP son se pueden representar como los siguientes en algunas realizaciones, donde M_k es la longitud del correlacionador k:

$$(Norm_a(k))^2 = 32 \cdot M_k \cdot \left(E_s + \frac{N_o}{2} \right).$$

Una raíz cuadrada de la potencia total bajo los canales I o Q donde los MCP son se pueden representar como los siguientes en algunas realizaciones:

$$Norm_a(k) = \sqrt{32} \cdot \sqrt{M_k} \cdot \sqrt{E_s + \frac{N_o}{2}}.$$

5

Una potencia total bajo los canales I o Q se puede representar como los siguientes en algunas realizaciones:

$$(Norm_b(k))^2 = 32 \cdot M_k \cdot (E_s + N_o).$$

10

Y una salida de correlacionador sin normalización puede representarse como la siguiente en algunas realizaciones:

$$Cor(k) = 32 \cdot M_k \cdot \sqrt{E_s}.$$

15

El factor de normalización final fue una potencia total bajo los canales I y Q. Esto puede reducir la varianza de la salida del correlacionador normalizada cuando no hay señal presente dado que las bandas de protección pueden transmitirse en ranuras vacías en algunas realizaciones. Por lo tanto, una salida promedio de los correlacionadores normalizados puede representarse como la siguiente en algunas realizaciones:

$$\frac{Cor(k)}{(Norm_b(k))^2} = \frac{\sqrt{E_s}}{(E_s + N_o)}$$

20

Esto muestra que la salida del correlacionador cuando se normaliza a la potencia bajo el correlacionador puede no depender de la longitud del correlacionador de manera que los correlacionadores de longitudes varias cuando están alineados en el tiempo pueden compararse al mismo tiempo en algunas realizaciones.

25

La ventana 1440 de terminación de pico puede utilizarse para permitir que la decodificación de una trama de datos tal como FECFRAME termine si se encuentra otra trama de datos que se superpone a la trama de datos actual y el pico es de mayor magnitud que el pico anterior. Por lo tanto, en algunas realizaciones, la ventana 1455 de terminación de pico puede usar un pico actual si no llega un pico mayor dentro de la longitud de una FECFRAME recibida. Si llega un pico mayor dentro de la longitud de una FECFRAME recibida, se puede usar el nuevo pico. La salida de la ventana 1455 de terminación de pico puede entonces proporcionar información de modcode para una trama de datos tal como una FECFRAME. Esto puede incluir, pero no está limitado a, el tipo de modulación, la velocidad de código, el factor de propagación y/o el tamaño de la trama, tal como el tamaño de la FECFRAME.

30

35

La Fig. 15 muestra una normalización para cada correlacionador de longitud según varias realizaciones. La entrada puede ser la potencia total calculada por elemento de las FIFO derivadas. Esto puede entonces acumularse a lo largo de la longitud del correlacionador y usarse para normalizar la salida del correlacionador (como se muestra en la Fig. 16D, por ejemplo, que muestra un banco de correlacionador OCC) de forma que se puedan comparar los picos de cada correlacionador. El pico máximo puede seleccionarse en el módulo de detección de picos de un receptor de modcode (como se muestra en las Figs. 13 y 14, por ejemplo). Este puede ser el vencedor. Una tabla de consulta puede ser utilizada para indicar modulación, velocidad de código/tipo de codificación, factor de propagación, y tamaño de la FECFRAME para dicha trama, solo a modo de ejemplo.

40

45

Solamente a modo de ejemplo, la Fig. 16A muestra estructuras de correlacionador para la codificación de repetición para un caso QPSK usando un código Reed-Muller tal como RM (32,6). La entrada a la FIFO derivada puede provenir de una salida de FHT en uno de los canales. Cada elemento de la FIFO derivada es 32 de ancho, básicamente, la salida de FHT. Se puede usar la misma secuencia de Walsh, de modo que el correlacionador se desconecta en la misma posición dentro de cada elemento de las FIFO derivadas. La salida de 6 bits (si esta fuera la ganadora) puede ser el índice de una tabla de modcode ACSM tal como en la tabla 700 de las Figs. 7A y 7B. La secuencia $\{A_2, A_1, A_0\}$ puede ser una secuencia de PN.

50

Solo a modo de ejemplo, la Fig. 16B muestra estructuras de correlacionador para OVFS para el caso a16APSK. La entrada a la FIFO derivada puede provenir de una salida de FHT en uno de los canales. Cada elemento de la FIFO derivada es 32 de ancho, básicamente, la salida de FHT. Dado que se pueden usar diferentes secuencias de Walsh, el correlacionador se desconecta en diferentes puntos dentro de la FIFO derivada. Los datos de cada toma pueden alimentarse a través de un limitador duro que puede dar un índice de 3 bits a una tabla para la velocidad de codificación y el tamaño de la FECFRAME para este ejemplo.

55

Solo a modo de ejemplo, la Fig. 16C muestra estructuras de correlacionador para un OCC para un caso QPSK. La entrada a la FIFO derivada puede provenir de una salida de FHT en uno de los canales. Cada elemento de la FIFO derivada es 32 de ancho para este ejemplo. Esto es, básicamente, la salida de FHT. Se puede usar la misma secuencia de Walsh (no una combinación de secuencias de Walsh como en OVFSF), de modo que el correlacionador se desconecta en la misma posición dentro de cada elemento de las FIFO derivadas. La secuencia y el canal de Walsh (I o Q) se mapean en uno de los índices en una tabla tal como en la Figs. 5A y 5B. La secuencia {A₂, A₁, A₀} viene de una tabla tal como en la Fig. 10 que muestra una secuencia de PN/secuencia de inversión usada para OCC.

Solamente a modo de ejemplo, la Fig. 16D muestra un ejemplo de un banco de correlacionador para un OCC para un canal. El correlacionador de longitud 2 y su canal correspondiente representan un modcode particular para 16APSK o 8PSK. Los otros correlacionadores de longitud 2 pueden tener la misma secuencia de PN, pero pueden seleccionar de una parte diferente de cada elemento de FIFO derivada (y seleccionar un canal diferente, posiblemente). El correlacionador de longitud 3 y su canal correspondiente puede representar un modcode particular para QPSK. De nuevo, los otros correlacionadores de longitud 3 pueden tener la misma secuencia de PN, pero seleccionar de una parte diferente de cada elemento de FIFO derivada (y seleccionar un canal diferente, posiblemente). Finalmente, el correlacionador de longitud N puede representar el correlacionador más largo para OCC. Para este ejemplo, esto sería un correlacionador 138 de longitud para el factor de propagación de 23. Puede haber otro banco de correlacionador para la FIFO derivada en el otro canal.

Algunas realizaciones de codificación, propagación y modulación adaptables pueden incluir intercaladores y/o desintercaladores. Las Figs. 11 y 13 muestran ejemplos de realizaciones con dispositivos que incluyen un intercalador y un desintercalador respectivamente. Estos componentes pueden ayudar en entornos de comunicaciones con bloqueo. Existen generalmente dos tipos de entornos de bloqueo, pero pueden existir otros. Algunos bloqueos pueden ser periódicos. A continuación se incluyen varios ejemplos que incluyen, aunque no de forma limitativa: un tren con puentes eléctricos separados por distancias aproximadamente iguales, o un helicóptero en el que las hojas giran a una velocidad específica y tienen un ancho definido. También pueden producirse bloqueos aleatorios, debido a los árboles y el follaje y los objetos hechos por el hombre, simplemente a modo de ejemplo.

Algunas realizaciones pueden incluir intercaladores/desintercaladores de bloques. Un intercalador de bloques puede tener M filas por N columnas. Puede ser un intercalador simple donde las columnas se escriben primero y las filas se leen en el momento de la transmisión. La operación inversa se realiza en el desintercalador. O, esto puede ser un intercalador aleatorio. La demora de extremo a extremo del intercalador y el desintercalador es de aproximadamente 2*M*N en los chips. La memoria del intercalador es típicamente M*N en chips.

Algunas realizaciones pueden incluir intercaladores convolucionales. La Fig. 17A incluye un diagrama de un intercalador convolucional 1710, solo a modo de ejemplo. El intercalador convolucional 1710 puede tomar chips en serie. Después del convertidor 1720 de serie a paralelo, se escribe un chip en cada ramificación 1730-a, 1730-b,... 1730-n.

El otro lado del intercalador lee cada ramificación y luego serializa los chips de nuevo para la transmisión utilizando el convertidor 1740 de paralelo a serie. Cada ramificación del intercalador convolucional puede tener un retraso diferente de N*J donde J es la profundidad del bloque de memoria y N = 0, 1, 2,..., M-1. Los dos parámetros que pueden describir el intercalador convolucional son el número de ramificaciones M y la profundidad de la memoria J.

Un desintercalador convolucional proporciona una estructura inversa del intercalador. Las demoras pueden ser simétricas después del desintercalador. La Fig. 17B muestra un ejemplo de un desintercalador convolucional 1715, con convertidor 1745 de serie a paralelo, ramificaciones 1735-a,...1735-b, y convertidor 1725 de paralelo a serie. Las Figs. 17A y 17B muestran ejemplos con convertidor de 5 bits de serie a paralelo y convertidores de 5 bits de paralelo a serie junto con 5 ramificaciones, lo que no debe verse como una limitación del tamaño de los convertidores y/o números de ramificaciones en un intercalador o desintercalador convolucional correspondiente. Otras realizaciones pueden incluir convertidores de longitudes diferentes y números diferentes de ramificaciones.

Un intercalador convolucional puede tener una demora de extremo a extremo representada como M*(M-1)*J en chips. La demora de tiempo de extremo a extremo puede representarse como M*(M-1)*J/Rc donde Rc es una velocidad de chip. La memoria del intercalador convolucional puede representarse de J*(M)!/[2!*(M-2)!].

Las siguientes ecuaciones proporcionan simplemente un ejemplo de cómo calcular el número de ramificaciones (M), la profundidad de la memoria (J) en los chips, y la memoria requerida en Mbits dada la velocidad de chips (Rc), la demora de extremo a extremo y la duración de la interrupción de las interrupciones periódicas, tal como en los casos de trenes y helicópteros:

$$M = \left\lceil \frac{\text{objetivo_demora_de_extremo} - a - \text{extremo}}{\text{objetivo_duración_de_interrupción}} + 1 \right\rceil;$$

$$J = \left\lceil \frac{\text{objetivo_duración_de interrupción} \cdot R_c}{M} \right\rceil; \text{ y}$$

$$\text{memoria_requerida(Mbits)} = \frac{\frac{(M)!}{(2)! \cdot (M-2)!} \cdot J \cdot 2 \cdot 4}{2^{20}}.$$

5 Los intercaladores y/o desintercaladores convolucionales según varias realizaciones pueden utilizar diversos parámetros. En algunas realizaciones, los parámetros pueden ser adaptables a diferentes situaciones. Solo a modo de ejemplo, las realizaciones pueden adaptarse para diferentes interrupciones del objetivo, o incluso interrupciones al azar. Simplemente a modo de ejemplo, un período de interrupción del objetivo puede incluir, pero no está limitado a, 0,006 segundos; esto en particular puede ser aplicable al escenario de trenes discutido anteriormente. Las realizaciones pueden adaptarse a diferentes demoras de extremo a extremo del objetivo. Simplemente a modo de ejemplo, las demoras de extremo a extremo del objetivo pueden incluir, aunque no de forma limitativa, 0,5 segundos, 0,4 segundos, 0,3 segundos, 0,2 segundos y 0,1 segundos. Las realizaciones también pueden adaptarse a diferentes velocidades de chips. Simplemente a modo de ejemplo, las velocidades de chips pueden incluir, aunque no de forma limitativa, 45000000 cps, 30000000 cps, 15000000 cps y 7500000 cps.

En algunas realizaciones, la utilización de un intercalador, tal como un intercalador convolucional, puede dar como resultado símbolos con diferentes modulaciones que terminan uno junto al otro.

20 Algunas realizaciones pueden utilizar un entramado sobre el aire que puede incluir supertramas. Se puede utilizar en un formato de trama tal como el discutido anteriormente que implica cabezales de capa física distribuida y tramas de datos. En algunas realizaciones, un cabezal de capa física puede representarse mediante modcode partitions (particiones de modcode - MCP). Las particiones modcode pueden concatenarse con la trama de datos. La trama de datos puede dividirse en data stream units (unidades de flujo de datos - DSU), como se describió anteriormente. En algunas realizaciones, el formato de trama puede introducirse después en un intercalador de canal, tal como un intercalador convolucional, como se discutió anteriormente. Después, se puede usar un flujo intercalado resultante para construir una interleaved superframe (supertrama intercalada - ISF). En algunas realizaciones, una supertrama intercalada tiene una longitud fija. No obstante, no todas las realizaciones requieren intercalaciones.

30 La Fig. 18A proporciona un ejemplo de una supertrama, que puede incluir intercalaciones. En algunas realizaciones, un ISF también puede incluir una unique word (palabra única - UW) y unique pilots (pilotos únicos - UP). La UW y los UP pueden usarse para la captación, estimación de frecuencia y seguimiento, por ejemplo. En algunas realizaciones, una UW puede indicar el inicio de una supertrama y puede ser utilizado para sincronizar un intercalador y desintercalador. Por ejemplo, una vez que se detecta una UW y se establece la temporización, un receptor puede conocer las posiciones de todos los MCP y DSU en algunas realizaciones. Además, la UW puede indicar el inicio de un desaleatorizador para un detector de modcode. Como se muestra en la Fig. 18A, se puede considerar que un ISF está compuesto de subtramas. Cada subtrama puede incluir una interleaved data unit (unidad de datos intercalada - IDU) concatenada con un UP. Algunas realizaciones pueden incluir una unidad de datos que no está intercalada.

40 Algunas realizaciones pueden utilizar diferentes relaciones numéricas entre los diferentes elementos de una supertrama. La numerología de la supertrama puede referirse a las múltiples relaciones de los números enteros entre datos no intercalados, incluidas la sobrecarga de la señalización de modcode, y una supertrama intercalada que puede tener palabras únicas y pilotos únicos intercalados en ella.

45 En algunas realizaciones, la numerología de supertrama puede incluir, pero no está limitada a, un porcentaje piloto, un tamaño de palabra única, un número de ramificaciones del intercalador convolucional y tamaños de DSU y MCP. La numerología puede permitir, a modo de ejemplo, lo siguiente.

50 Algunas realizaciones pueden incluir un número entero de subtramas (periodos de piloto) por interleaved superframe (supertrama intercalada - ISF). En algunos casos, los pilotos pueden ser de hasta 10 % del período piloto. Solamente a modo de ejemplo, un porcentaje piloto puede ser, típicamente, 5 % o menos en función de la aplicación y el medio ambiente. La longitud de la subtrama (período piloto) puede limitarse a alrededor de 200 chips más o menos en algunas realizaciones.

55 Algunas realizaciones pueden incluir un número entero de subtramas (períodos piloto) por UW. Esto puede permitir la sincronización de subtramas antes de (o sin) la sincronización de la UW (supertrama) y permitir que los bucles de seguimiento de tiempo y de portadora rastreen a través de la UW sin tener que parar o pausar para unas UW de diferente longitud. En algunas realizaciones, los UP pueden estar incorporados en la UW. Solo a modo de ejemplo, una UW puede tener aproximadamente 2 % de sobrecarga. En algunas realizaciones, la UW puede ser de 3200 de chips, aunque

también pueden utilizarse otras longitudes de chips. En algunas realizaciones, un desplazamiento de frecuencia máxima puede ser de hasta 1 MHz para los DRO y después de la captación, el desplazamiento de frecuencia es inferior a 10 kHz.

5 En algunas realizaciones, puede haber un número entero de unidades de flujo de datos de modcode (MDU = MCP+DSU) por de-interleaved superframe (supertrama desintercalada - DSF). La ubicación de los MCP puede ser conocida dentro de la supertrama intercalada y su período. Esto puede simplificar la estructura del receptor de modcode. En algunas realizaciones, el MCP es un mínimo de 32 chips.

10 En algunas realizaciones, un intercalador/desintercalador de canal puede estar sincronizado con la UW de modo que la primera ramificación del intercalador convolucional (intercalador de canal) después de que la UW sea la ramificación cero-th y la última ramificación antes de que la UW sea la ramificación n° (M-1) para un intercalador de ramificaciones M. Esto puede permitir que el intercalador y el desintercalador funcionen continuamente en algunas realizaciones, de modo que la ramificación no tenga que reiniciarse o restablecerse. Simplemente a modo de ejemplo, el número de ramificaciones puede variar desde 1 hasta 90 para proporcionar demoras de un extremo a otro de 0,1 hasta 0,5 segundos para el intercalador convolucional. Solamente con 1 ramificación, el intercalador puede funcionar en modo de derivación.

15 En algunas realizaciones, un ISF puede estar limitado a aproximadamente 6 mseg. Esta es la duración aproximada de la interrupción para el caso del tren discutido anteriormente para una velocidad de chips dada. Otras realizaciones, sin embargo, pueden tener diferentes restricciones con respecto al ISF.

20 Como se ha indicado anteriormente, la Fig. 18A muestra una estructura de interleaved superframe (supertrama intercalada - ISF). En algunas realizaciones, los UP tienen una secuencia de PN impuesta sobre ellos. Esto puede ayudar a un bucle de seguimiento de portadora a resolver la ambigüedad de fase. La secuencia de PN puede repetirse en cada supertrama.

25 Las ecuaciones siguientes resumen las restricciones generales enumeradas anteriormente. Las longitudes están todas en los chips.

$$\text{Longitud del ISF} = N_1 \cdot \text{Longitud de la subtrama} + \text{longitud del UW}$$

$$\text{Longitud de la subtrama} = \text{Longitud del UP} + \text{longitud del IDU}$$

$$\text{Longitud del UW} = N_2 \cdot \text{Longitud de la subtrama}$$

$$\text{Longitud del ISF} - \text{Longitud del UW} - N_1 \cdot \text{Longitud del UP} = N_3 \cdot M$$

35 donde M es el número de ramificaciones del intercalador convolucional y N_1 , N_2 , y N_3 son números enteros.

40 La Fig. 18B muestra una estructura de deinterleaved superframe (supertrama desintercalada - DSF). El DSF en este ejemplo ha eliminado la UW y los UP. Los IDU han sido concatenados y ejecutados a través del desintercalador para formar las modcode data units (unidades de datos de modcode - MDU); una MDU puede incluir una parte de modcode partition (partición de modcode - MCP) y una parte de data stream unit (unidad de flujo de datos - DSU) en algunas realizaciones. Las ecuaciones a continuación resumen restricciones generales que se pueden imponer sobre la estructura DSF.

$$N_4 \cdot \text{Longitud de la MDU} = N_1 \cdot \text{Longitud de la IDU}$$

$$\text{Longitud de la MDU} = \text{Longitud del MCP} + \text{longitud de la DSU}$$

50 en donde N_4 es también un número entero.

55 La Fig. 19 proporciona la tabla 1900 que resume varias estructuras de entramado según varias realizaciones. Simplemente a modo de ejemplo, los porcentajes piloto son variados (1 %, 5 % y 10 %) mientras se mantiene la duración del ISF a ~6 mseg para 28,8 Mcps. La duración total del ISF varía de 5,85 mseg a 6,12 mseg. Estos números específicos se utilizan meramente para propósitos de ejemplo y no deben verse como una limitación de otras configuraciones posibles, que pueden utilizar diferentes longitudes, duraciones y porcentajes.

60 Algunas realizaciones que utilizan una palabra única y una estructura de pilotos única, como con la estructura de supertrama descrita anteriormente, pueden utilizar las UW y los UP para fines de sincronización y captación. La captación puede ser un proceso de 2 etapas en donde un receptor se sincroniza inicialmente con los UP, un proceso que puede conocerse como sincronización de subtrama. La Fig. 20A muestra un ejemplo de una estructura de supertrama subyacente con longitudes de chips específicas para la UW, los UP, y los datos intercalados. La Fig. 20A muestra el UP al inicio de la subtrama. Esto no debe verse como una limitación ya que otras ubicaciones posibles para el UP se pueden usar para otras realizaciones. Estas longitudes de los chips se proporcionan meramente con fines explicativos y no deben considerarse como limitantes de otros valores posibles que pueden usarse para otras realizaciones. Además, en este

ejemplo, los UP se han antepuesto a las unidades de datos intercaladas, mientras que, en otras realizaciones, los UP se pueden unir a las unidades de datos intercaladas. Algunas realizaciones también pueden no implicar datos intercalados.

En la Fig. 20A, cada supertrama incluye una palabra única. Una UW puede servir como un preámbulo y un delimitador para los límites de la supertrama. Este ejemplo también incluye 1638 subtramas, aunque otras supertramas pueden incluir un número diferente de subtramas. Cada subtrama está compuesta por un piloto de 10 chips y 89 chips de datos intercalados para este ejemplo, que es una carga útil en lo que respecta a la capa de captación. Los pilotos pueden servir para múltiples propósitos de captación, temporización y seguimiento de frecuencia. La longitud del piloto y la longitud de datos intercalados pueden variar para otras realizaciones. La captación puede realizarse en 2 partes. Se puede realizar la primera sincronización de la subtrama, seguida de la sincronización de la supertrama. Cabe señalar que, en algunas realizaciones, este orden puede invertirse.

Con referencia a la Fig. 20B, esta figura proporciona un esquema para un proceso de sincronización de subtramas. En este ejemplo, inicialmente una memoria intermedia circular de 99 celdas (en donde 99 es igual a una longitud del UP más una longitud de unidad de datos) se puede actualizar continuamente con los resultados de las correlaciones entre la copia piloto local de 10 chips y la señal recibida de entrada. Las correlaciones blandas pueden acumularse circularmente durante 5 supertramas dejando que 8190 (1638X5) pilotos contribuyan a las decisiones blandas. Se pueden tomar 99 hipótesis y declarar la sincronización. Otras realizaciones pueden utilizar otros valores numéricos para un proceso de sincronización de subtramas.

En realizaciones en las que un tamaño de palabra única está en un múltiplo entero del tamaño de la subtrama, el desplazamiento de tiempo relativo de la copia piloto local a la subtrama puede permanecer igual y permitir una acumulación de energía adicional a través de múltiples supertramas. El desplazamiento de frecuencia de 1 MHz se puede suponer en esta etapa de captación en algunas realizaciones. Otros desplazamientos pueden utilizarse en otras realizaciones.

Con referencia ahora a la Fig. 20C, esta figura proporciona un esquema para un proceso de sincronización de supertramas. Lograr la sincronización de la subtrama puede no producir el conocimiento de los límites de la supertrama, lo que puede ser necesario para las operaciones posteriores. En este ejemplo, obtener hojas de conocimiento de límite de subtrama puede proporcionar 1638 hipótesis sobre dónde se encuentran los límites de la UW.

Un mecanismo similar puede lograr la sincronización de la supertrama en algunas realizaciones. En este ejemplo, una memoria intermedia circular de 1638 celdas puede actualizarse continuamente con los resultados de las correlaciones entre la copia local de 3267 chips de la UW y la señal recibida de entrada, excepto solo con fragmentos de la señal que preceden inmediatamente la hora de inicio de la subtrama o cualquier múltiplo entero (0 a 1637). Esto se hace porque después de lograr la sincronización de la subtrama se sabe que la UW se encuentra a una distancia de CX (longitud de la subtrama) del inicio de la subtrama actual, donde C es un número entero de 0 a 1637. Después de acumular energía en 5 supertramas, por ejemplo, se puede seleccionar una hipótesis máxima y declarar la sincronización de la supertrama. Debido a un mecanismo paralelo de estimación de desplazamiento de frecuencia, que proporciona una corrección de desplazamiento de frecuencia aproximada, se puede suponer que el desplazamiento de frecuencia en esta etapa es de 250 KHz en algunas realizaciones. Otras realizaciones pueden utilizar otros valores numéricos para un proceso de sincronización de la supertrama.

En algunas realizaciones, puede realizarse una estimación de frecuencia aproximada después de la sincronización de la subtrama. Puede usarse Ups para reducir un desplazamiento de frecuencia de 1 MHz a 250 kHz, simplemente a modo de ejemplo. Se puede hacer una estimación de frecuencia fina después de una sincronización de supertrama. Esto puede reducir el desplazamiento de frecuencia a menos de 10 kHz utilizando las UW, simplemente a modo de ejemplo.

Debido a un gran desplazamiento de frecuencia que puede estar presente en etapas de captación y a considerables longitudes de secuencias con las que se correlacionará, puede implementarse una correlación parcialmente coherente en ambas etapas de captación en algunas realizaciones. El tamaño del desplazamiento de frecuencia en cualquier etapa de captación dada puede determinar el período coherente más largo durante el cual se puede realizar la correlación coherente tradicional sin una degradación significativa de la estadística de decisión resultante. Simplemente a modo de ejemplo, pueden utilizarse desplazamientos de frecuencia de 1 MHz y 250 KHz en la primera y segunda etapas de captación, respectivamente, dando como resultado las correspondientes selecciones de N (período coherente) de 5 y 27 chips, para este ejemplo específico. Un número entero de estas integraciones coherentes puede resumirse de forma no coherente para mejorar la fiabilidad de la estadística de decisión. La expresión algebraica a continuación resume una fórmula posible para la estadística de decisión para valores arbitrarios de N y L:

$$DS = \sum_{i=1}^L coh_corr_i, \text{ donde } coh_corr = \frac{\left| \sum_{j=1}^N x_j \cdot C_j^* \right|^2}{\sum_{j=1}^N |x_j|^2}.$$

Aquí C_j es un símbolo complejo que representa la copia local de la secuencia con la que uno intenta sincronizar. x_j es una muestra compleja recibida. La normalización de la expresión para la correlación coherente puede servir para limitar el tramo del valor de la correlación coherente independientemente de la potencia presente en el segmento de la señal que está siendo correlacionado.

Durante la primera etapa de captación, se pueden utilizar 10 pilotos de chips para este ejemplo en base a la discusión anterior. Como se seleccionó $N=5$, esto puede conducir a dos integraciones posteriores a la detección por piloto, es decir, $L=2$. Debido a un menor desplazamiento de frecuencia en la etapa de sincronización de la UW, se puede seleccionar $N=27$, lo que lleva a $L=121$ (ya que $27 \times 121 = 3267$, la longitud de la UW). Otras realizaciones, de nuevo, pueden utilizar diferentes valores numéricos

Algunas realizaciones pueden incluir un bucle de temporización que puede completar una captación fina de la temporización del símbolo después de que se haya adquirido la temporización inicial aproximada del símbolo a través del mecanismo de captación, tal como el discutido anteriormente. En algunas realizaciones, se puede asumir que el mecanismo de captación proporcionará una estimación de la temporización del símbolo que estará a una distancia del punto de muestreo ideal de como máximo $\frac{1}{2}$ del período del chip.

La Fig. 21A muestra un diagrama de bloques que proporciona una vista de alto nivel de un bucle de temporización según varias realizaciones. El detector de errores puede operar a la velocidad de muestreo emitiendo una señal de error proporcional al error de temporización. El filtro de bucle puede acumular múltiples muestras de error en un acumulador. En algunas realizaciones, un cierto número de most significant bits (bits más significativos - MSB) de muestras de error puede proporcionar un valor de fase para el filtro polifásico de muestreo descendente; en una realización, se pueden usar 7 MSB. En secciones posteriores se verá una descripción más detallada de cada uno de los bloques.

Algunas realizaciones pueden implicar requisitos E_s/N_0 bajos (tan bajos como - 17 dB, meramente por vía de ejemplo). Como resultado, en algunas realizaciones se puede usar un bucle de temporización asistido por datos. En algunas realizaciones se puede usar también un bucle de temporización no asistido por datos. En un bucle convencional (no asistido por datos), un detector de errores puede emitir una señal en base a tres mediciones: temprana, puntual y tardía. Algunas realizaciones pueden utilizar una ecuación de detector para el seguimiento no asistido por datos como el siguiente:

$$\epsilon = (Puntual_I) \times (Tardía_I - Temprana_I) + (Puntual_Q) \times (Tardía_Q - Temprana_Q).$$

Sin embargo, este enfoque puede depender de una muestra puntual razonablemente fiable, que puede no ser muy fiable en un E_s/N_0 bajo. Para mejorar el rendimiento del E_s/N_0 bajo del bucle, en algunas realizaciones se puede utilizar un enfoque asistido por datos. En el seguimiento asistido por datos, los pilotos periódicos, tal como los pilotos únicos discutidos anteriormente, pueden insertarse en los datos. Durante el piloto periódico, la señal puede ser una secuencia conocida por un receptor. Este conocimiento puede permitir que un detector de errores use una copia generada localmente de la misma secuencia y no dependa de una muestra con ruido como en los detectores no asistidos por datos. En algunas realizaciones, puede ser necesario abordar un problema de ambigüedad de fase en bucles asistidos por datos a diferencia de bucles no asistidos por datos. La ambigüedad de fase puede estar presente porque las realizaciones pueden suponer que no hay bloqueo de PLL cuando se está rastreando la temporización del símbolo. Dado que las realizaciones pueden depender de una secuencia preservada con precisión, un detector de errores puede necesitar ser inmune a la incertidumbre de fase. En algunas realizaciones, esto puede realizarse a través del siguiente detector de errores tal como el mostrado en la Fig. 21B.

En algunas realizaciones, las entradas tardía y temprana pueden ser muestras complejas que están correlacionadas con una copia local de una secuencia piloto C . Esta secuencia puede ser una secuencia fija de longitud 10, simplemente a modo de ejemplo para una realización con pilotos de longitud 10. Pueden producirse transiciones de chip dentro de los pilotos (de -1 a 1, etc.) para que el detector de errores produzca una salida distinta de cero. En algunas realizaciones, una secuencia que puede proporcionar un número máximo de dichas transiciones es un patrón ZOZO. Un patrón ZOZO, sin embargo, puede conducir a un aumento notable en el contenido espectral debido a la presencia de una señal similar a un tono. En algunas realizaciones, se puede usar un patrón de inversión/no inversión (secuencia de superposición) para preservar la planitud espectral. Puede que no se deba conocer una secuencia de superposición en el detector debido a los operadores $\text{abs}()$ como se muestra en la Fig. 21B. Como alternativa, una secuencia de Barker también puede proporcionar una buena planitud espectral aceptable mientras que todavía contiene un número suficiente de transiciones. Dado que la longitud de correlación es 10 para este ejemplo, solo se puede generar una salida ϵ por piloto. El operador de magnitud tiene el efecto de eliminar la incertidumbre de fase de la ecuación. Como se indicó anteriormente, otras realizaciones pueden incluir pilotos con otras longitudes.

Algunas realizaciones pueden utilizar un filtro de bucle de segundo orden en un bucle de temporización, tal como se muestra en la Fig. 21A. La Fig. 21C proporciona un diagrama de uno de dichos filtros según varias realizaciones. El contenido del acumulador más a la derecha puede contener una suma de una ruta proporcional (error instantáneo debido a 1 piloto) y una integral (término lineal constantemente actualizado por errores instantáneos). El acumulador final puede ser de 32 bits en algunas realizaciones, los 7 MSB principales de los cuales se puede hacer uso para corregir el error,

aunque se pueden utilizar otros números de MSB en algunas realizaciones. Esto puede proporcionar 25 bits de espacio para acumular la estimación del error y hacer que sea más fiable, simplemente a modo de ejemplo. Otras realizaciones pueden incluir acumuladores de diferentes longitudes con diferentes números de MSB utilizados para corregir un error.

Después de pasar a través de un filtro de bucle, la estimación del error acumulado se puede aplicar a la señal entrante a través del mecanismo de ajuste de error en algunas realizaciones. La señal de error puede servir como una señal de fase para un filtro de submuestreo polifásico como se muestra en la Fig. 21D. Esto puede conducir a ajustes en el retraso de la respuesta de impulso MF y, a su vez, puede cambiar el punto de muestreo. A medida que el punto de muestreo se aproxima al óptimo y la diferencia entre las muestras tardía y temprana disminuye, el bucle puede converger hacia el bloqueo. En algunas realizaciones, un bucle de temporización puede moverse libremente durante un período en el que los pilotos pueden no estar presentes.

Algunas realizaciones también pueden utilizar un filtro de bucle de seguimiento de fase de portadora. Un bucle de seguimiento de fase, tal como un bucle de seguimiento de fase ACMS, puede tomar datos de I y Q en chips, y producir corrección de fase a la velocidad de muestreo para alimentar el rotador complejo en algunas realizaciones. La Fig. 22 muestra un diagrama de bloques generalizado para un bucle de seguimiento de fase según varias realizaciones.

Las aplicaciones tales como ACSM pueden necesitar un bucle de seguimiento de fase para rastrear con precisión la frecuencia y la fase de la portadora a Echip/No bajo (hasta -17 dB Echip/No o incluso inferior en algunos casos). Para resolver este reto, se puede usar un detector de errores data-aided (asistido por datos - DA). Con un detector de error DA, una secuencia piloto de patrón conocido puede preincluirse (o anexarse en algunos casos) a un flujo de chips de datos, a través del cual puede lograrse la mejora del rendimiento en Echip/No mediante la correlación sobre la secuencia piloto. En algunas realizaciones, una secuencia piloto puede ser un piloto único. Dado que el pilotaje se suma a la sobrecarga del sistema, la opción de usar el bucle convencional non-data aided (no asistido por datos - NDA) se puede utilizar en algunas realizaciones para operaciones de Echip/No alto.

En algunas realizaciones, un bucle de seguimiento de fase puede tomar los chips I y Q después de un filtro adaptado de remuestreo. El flujo de chips de entrada puede ser un flujo de supertramas en algunas realizaciones. Simplemente a modo de ejemplo, una supertrama puede incluir aproximadamente 163200 chips, aunque como se describe más adelante, también se pueden utilizar otras longitudes de chips. Una supertrama puede comenzar con una parte de una Unique Word (Palabra Única - UW) de aproximadamente 3200 chips (solo con fines ilustrativos, los números reales pueden ser diferentes). La UW puede usarse para fines de captación de frecuencia como se discutió anteriormente, y dado que es una secuencia conocida predefinida, también se puede usar en bucle para facilitar el arrastre de frecuencia y el seguimiento de frecuencia y de fase en algunas realizaciones. Después de una UW, una parte de la carga útil de la supertrama puede incluir repeticiones de datos piloto y de transmisión para el enfoque Data-Aided (Asistido por datos - DA) o simplemente transmitir datos para el enfoque Non-Data Aided (No asistido por datos - NDA) en algunos casos. Simplemente a modo de ejemplo, la estructura de la supertrama puede tener una longitud de 163200 chips, con una UW de 3200 chips de longitud y un período piloto de 200 chips. Las longitudes del piloto pueden variar; por ejemplo, una longitud de piloto puede ser de 10 chips para una relación piloto de 5 % o posiblemente 20 chips para una relación de chip de 10 %. Un piloto de longitud 0 puede ser utilizado para un enfoque no asistido por datos, que no se basa en el pilotaje. Como se ha señalado aquí y en otros lugares, estos números son para ayudar en la explicación, mientras que otros números funcionarán dentro del ámbito de la descripción. En algunas realizaciones, el período piloto puede incluir tanto una parte de carga útil de datos como una parte piloto. La parte de carga útil de datos puede ser una unidad de datos como se consideró anteriormente; puede ser intercalada en algunos casos, creando interleaved data units (unidades de datos intercalados - IDU).

En algunas realizaciones, un modo NDA puede funcionar para entornos Ec/No razonablemente altos. Puede soportar puntos de modulación QPSK y $\pi/2$ -BPSK, simplemente a modo de ejemplo.

La Fig. 23 proporciona un diagrama de bloques de línea de base para un bucle de seguimiento de fase según varias realizaciones. En algunas realizaciones, esto puede ser un bucle de seguimiento de fase ACSM. Como se puede ver en la figura, el bucle puede incluir tanto una ruta NDA como una ruta DA. La ruta DA puede utilizar 5 % o 10 % de pilotos, por ejemplo, que se insertan para ayudar al seguimiento de fase en entornos de SNR bajo. La ruta DA puede incluir seguimiento de portadora y fase para la parte de la UW y la parte de carga útil. Dado que ambos pueden tener un patrón de datos conocido para ayudar a la estimación del error de fase, el mismo detector de error de fase se puede usar en alguna realización, y se muestra como el Detector de errores DA en el diagrama de bloques. El diseño del filtro de bucle de 2º orden puede ser el mismo para el modo NDA, UW y las partes de carga útil del modo DA, las diferencias pueden ser las ganancias para las rutas proporcionales e integrales y la velocidad del reloj para el módulo acumulador de frecuencia, dada la diferente velocidad de actualización para el error de fase - ϵ .

Algunas realizaciones pueden utilizar un NDA como parte de un diseño de bucle. Se puede usar para aplicaciones de SNR alto, simplemente a modo de ejemplo. En el modo NDA, el detector de error de fase puede operar en los componentes en fase (I) y en cuadratura (Q) de los símbolos de datos, y el detector puede calcular un error de fase usando la siguiente fórmula, como sigue:

$$\epsilon = I \times Q$$

Las realizaciones con NDA pueden parecerse a un detector de fase de tipo $\sin \cdot \cos$ ya que pueden basarse en el hecho de que la multiplicación de I y Q se mapea con una señal BPSK. En algunas realizaciones, este modo puede funcionar para QPSK o para un flujo de datos modulado inferior. Las realizaciones pueden generar una estimación de error de fase en cada chip. Como resultado, un acumulador de frecuencia puede actualizarse también a la velocidad de chip en algunas realizaciones. La calidad de la estimación de error de fase puede ser muy sensible al SNR. En algunas realizaciones, el SNR alto generaría una estimación de error de fase razonable para que el bucle llevara a cabo un seguimiento adecuado.

En algunas realizaciones, los pilotos son patrones de datos predefinidos mapeados a símbolos, tales como símbolos QPSK por ejemplo, y antepuestos o anexados a los chips de carga útil. Los pilotos se pueden utilizar para mejorar el Echip/No hasta el punto de que el bucle de seguimiento de fase pueda funcionar bien. Las realizaciones pueden sacar provecho de la correlación en los pilotos para recuperar la calidad de la señal en entornos con Echip/No bajo, y, en general, cuanto más largo sea el piloto, se podrá lograr una mayor mejora de Echip/No para combatir el ruido térmico.

Los pilotos pueden descartarse en una demodulación y pueden contribuir a la sobrecarga del sistema, y afectar negativamente el rendimiento del mismo. Al intercambiar la ganancia de la calidad de la señal y el rendimiento del sistema, se pueden usar diferentes relaciones de piloto. Por ejemplo, se pueden usar relaciones de piloto de 5 % o 10 % en algunas realizaciones. Simplemente a modo de ejemplo, en algunas realizaciones se pueden usar estructuras piloto que tienen 10 pilotos por 200 chips (período piloto) para una relación piloto de 5 % y 20 pilotos por 200 chips para una relación piloto de 10 %, aunque se pueden usar otras relaciones dentro del ámbito de la descripción.

Simplemente a modo de ejemplo, los pilotos mapeados QPSK o los chips UW pueden volver a mapearse a la señal BPSK (fase 0) mediante correlación, la salida del correlacionador puede alimentar el módulo detector de errores Data-Aided (Asistido por datos - DA) de la Fig. 23. Se pueden usar diferentes tipos de detectores de error de fase para el Detector de errores DA del bucle de seguimiento de fase ACSM. Por ejemplo, se pueden usar un detector de tipo atan2 y un detector de tipo $\sin \cdot \cos$. El detector de errores tipo atan2 puede calcular el error de fase usando una fórmula como la siguiente:

$$\varepsilon = \text{atan2}(\text{imag}(\text{Complex_Input}) \div \text{real}(\text{Complex_Input})),$$

donde ComplexInput es la salida del correlacionador y es un escalar complejo, y atan2 es una función que devuelve el valor atan en los radianes de 4 cuadrantes. Por ejemplo, $\text{atan2}((-1)/(1))$ devuelve $-\pi/4$ mientras que $\text{atan2}((1)/(-1))$ devuelve $3\pi/4$. El diseño de bucle basado en Atan2 extrae la señal de BSPK correlacionada a una fase de 0° y, por lo tanto, puede ser sensible al patrón de superposición de la secuencia piloto; en otras palabras, puede ser necesario conocer el patrón de superposición de la secuencia piloto para que funcione.

Por otro lado, el detector del tipo de error $\sin \cdot \cos$ puede ser capaz de tirar del bucle para ya sea la fase 0° o la fase de 180° dependiente de la ubicación polar de la salida del correlacionador. Se puede utilizar la siguiente fórmula para calcular el error de fase:

$$\varepsilon = \text{imag}(\text{Complex_Input}) \times \text{real}(\text{Complex_Input}),$$

donde Complex Input es la salida del correlacionador y es un escalar complejo. El bucle basado en $\sin \cdot \cos$ puede proporcionar flexibilidad, dado que puede llevar el bucle a una fase de 0° o de 180° , puede rastrear la fase incluso si se desconoce el patrón de superposición de los pilotos.

Las ganancias del bucle para el seguimiento y el arrastre de frecuencia inicial pueden ser diferentes en algunas realizaciones; las ganancias del bucle de seguimiento pueden ser generalmente más débiles que las ganancias del bucle de arrastre de frecuencia inicial. El Kp de una ganancia proporcional puede calcularse como:

$$K_p = 1/(2^N N_p),$$

donde N_p es un parámetro configurable que puede necesitar ajustarse para diferentes niveles de SNR. Se pueden usar diferentes ganancias de bucle para el arrastre y seguimiento de frecuencia.

Algunas realizaciones pueden utilizar un enfoque de concatenación/combinación de pilotos que concatena/combinan múltiples pilotos de múltiples períodos piloto, y rota el piloto concatenado más largo en un segundo rotador complejo basándose en la última estimación y fase de frecuencia disponible y desfases absolutos para calcular las fases estimadas para todos los pilotos combinados. Esto puede proporcionar correlaciones más largas que pueden proporcionar una mejora de E_c/N_0 , y la combinación de los pilotos puede extender la longitud del correlacionador sin aumentar la longitud o relación del piloto.

Algunas realizaciones pueden utilizar un esquema de promediado de salida que calcula el promedio móvil de las salidas del correlacionador de múltiples períodos piloto, y alimenta la media calculada en lugar de la salida del correlacionador del período piloto actual al detector de errores. La Fig. 23 muestra una realización que puede utilizar un promedio móvil. Algunas realizaciones se pueden aplicar solo en la parte de carga útil de la supertrama para el modo DA.

En algunas realizaciones, el bucle puede moverse libremente a lo largo de períodos en los que los pilotos y las palabras únicas no están presentes. En este caso, ϵ puede ser cero en algunas realizaciones. Algunas realizaciones pueden utilizar un promedio que ya ha sido determinado. Estos valores pueden utilizarse hasta detectar de nuevo una palabra única o piloto.

Las realizaciones que utilizan promediado pueden incluir un parámetro configurable para el número de salidas del correlacionador. El promedio se puede aplicar en base a un E_c/N_0 . Simplemente a modo de ejemplos, algunas realizaciones pueden utilizar un promedio para E_c/N_0 bajo (por debajo de 0 dB por ejemplo) mientras que no se utiliza promediado para E_c/N_0 alto (por encima de 0 dB por ejemplo).

La Fig. 24 es un diagrama de flujo que ilustra un método 2400 de señalización de control eficiente a través de canales de comunicación por satélite compartidos. El método puede ser realizado, por ejemplo, en su totalidad o en parte, por el sistema 100 de la Fig. 1 o por el dispositivo 1100 de la Fig. 11 o la parte 1200 del dispositivo de la Fig. 12. En el bloque 2405, pueden determinarse múltiples puntos de modcode. Cada punto de modcode puede representar al menos una modulación, una velocidad de código, un factor de propagación, o un tamaño de trama. En el bloque 2410, se pueden determinar múltiples palabras clave. Cada palabra clave respectiva puede estar asociada con un punto de modcode correspondiente de los múltiples puntos de modcode. En el bloque 2415, una primera palabra clave de las múltiples palabras clave puede modularse con un primer patrón. El primer patrón puede depender de una primera relación señal-ruido asociada con un primer punto de modcode. En el bloque 2420, una segunda palabra clave de las múltiples palabras clave puede modularse con un segundo patrón. El segundo patrón puede depender de una segunda relación señal-ruido asociada con un segundo punto de modcode. En algunas realizaciones, la segunda palabra clave modulada puede ser más larga que la primera palabra clave modulada. En el bloque 2425, el primer bloque de código modulado y el segundo bloque de código modulado pueden transmitirse a través de un canal inalámbrico. En algunas realizaciones, la primera palabra clave modulada puede no ser decodificable por un terminal que puede decodificar la segunda palabra clave modulada.

La Fig. 25 es un diagrama de flujo que ilustra un método 2500 de señalización de control eficiente a través de canales de comunicación por satélite compartidos. El método puede ser realizado, por ejemplo, en su totalidad o en parte, por el sistema 100 de la Fig. 1 o por el dispositivo 1100 de la Fig. 11 o la parte 1200 del dispositivo de la Fig. 12. En el bloque 2505, pueden determinarse múltiples puntos de modcode. Cada punto de modcode puede representar una modulación, una velocidad de código, un factor de propagación, y/o un tamaño de trama. En el bloque 2510, pueden determinarse múltiples particiones de modcode. Cada partición de modcode respectiva puede estar asociada con un punto de modcode correspondiente de los múltiples puntos de modcode. En el bloque 2515, se pueden transmitir múltiples copias de una primera partición modcode asociada con un primer punto modcode a través de un canal inalámbrico. El número de copias puede basarse en una primera relación señal-ruido asociada con el primer punto de modcode. En el bloque 2520, se pueden transmitir múltiples copias de una segunda partición de modcode asociada con un segundo punto de modcode a través del canal inalámbrico. El número de copias de la segunda partición de modcode puede basarse en una segunda relación señal-ruido asociada con el segundo punto de modcode. El número de segundas particiones de modcode transmitidas puede ser superior al número de primeras particiones de modcode transmitidas.

En algunas realizaciones, el método para la señalización de control eficiente sobre canales de comunicación compartidos puede incluir un número de primeras particiones de modcode que pueden ser de suficiente longitud para que un primer receptor decodifique el primer número de particiones de modcode y para determinar el primer modcode asociado con la primera pluralidad de primeras particiones de modcode mientras que el primer número de las primeras particiones de modcode tiene una longitud insuficiente para que un segundo receptor decodifique el primer número de particiones de modcode y determine el primer modcode asociado con el primer número de primeras particiones de modcode.

En algunas realizaciones, el método para la señalización de control eficiente a través de canales de comunicación compartidos puede incluir particiones de modcode que están representadas por al menos una parte de un código Walsh. En algunas realizaciones, las particiones de modcode se pueden propagar utilizando un factor de propagación. En algunas realizaciones, el método para la señalización de control eficiente a través de canales de comunicación compartidos puede incluir particiones de modcode que están distribuidos dentro de una trama de datos. Las particiones de modcode pueden distribuirse dentro de la trama de datos en ubicaciones conocidas. Las particiones de modcode pueden distribuirse dentro de la trama de datos de manera que la trama de datos esté segmentada en partes iguales. En algunas realizaciones, las particiones de modcode pueden tener todas la misma longitud.

La Fig. 26 es un diagrama de flujo que ilustra un método 2400 de codificación, muestreo y modulación adaptables a través de un canal de comunicación satélite. El método puede ser realizado, por ejemplo, en su totalidad o en parte, por el sistema 100 de la Fig. 1 o por el dispositivo 1100 de la Fig. 11, la parte 1200 del dispositivo de la Fig. 12, el dispositivo 1300 de la Fig. 13, o el dispositivo 1400 de la Fig. 15. En el bloque 2605, se proporcionan múltiples tramas de datos. En el bloque 2610, se puede proporcionar al menos una partición de modcode para cada trama de datos. Las particiones de modcode pueden representar información de modulación, codificación, propagación y/o tamaño de trama para las respectivas tramas de datos. En el bloque 2615, cada trama de datos y la partición de modcode respectiva pueden combinarse para formar una unidad de datos de modcode. En el bloque 2620 pueden formarse múltiples supertramas. Cada supertrama puede incluir una primera secuencia conocida y múltiples

subtramas. Cada subtrama para una supertrama respectiva puede incluir una parte de una unidad de datos de modcode respectiva. En el bloque 2625, pueden transmitirse múltiples supertramas a través de un canal inalámbrico.

5 En algunas realizaciones, la primera secuencia conocida es una palabra única. Algunas realizaciones pueden incluir insertar una segunda secuencia conocida en al menos una de las subtramas de una supertrama respectiva. Insertar la segunda secuencia conocida puede depender de una relación señal-ruido asociada con un receptor de la supertrama respectiva.

10 En algunas realizaciones, cada subtrama respectiva incluye una segunda secuencia conocida respectiva de una pluralidad de segundas secuencias conocidas. Cada segunda secuencia conocida respectiva puede ser una secuencia piloto conocida respectiva.

15 Algunas realizaciones pueden incluir la intercalación de la unidad de datos de modcode. La intercalación de la unidad de datos de modcode puede consistir en usar un intercalador convolucional. La intercalación de la unidad de datos de modcode puede dar como resultado datos intercalados que incluyen un primer símbolo con una primera modulación junto a un segundo símbolo con una segunda modulación, en donde la primera modulación es diferente de la segunda modulación. Un intercalador convolucional puede incluir múltiples bancos de intercalador que dependen de un bloqueo periódico de las supertramas transmitidas.

20 Algunas realizaciones pueden incluir también la recepción de al menos una supertrama. La primera secuencia conocida o las segundas secuencias conocidas pueden usarse para mantener un bloqueo de fase. Algunas realizaciones pueden incluir un movimiento libre durante un período cuando al menos la primera secuencia conocida o las segundas secuencias conocidas no están presentes.

25 Debería observarse que los métodos, sistemas, y dispositivos analizados anteriormente se pretende que sean meramente ejemplos. Debe enfatizarse que varias realizaciones pueden omitir, sustituir o agregar varios procedimientos o componentes según sea adecuado. Por ejemplo, debe apreciarse que, en realizaciones alternativas, los métodos pueden realizarse en un orden diferente al descrito, y que se pueden agregar, omitir, o combinar varias etapas. Además, las características descritas con respecto a ciertas realizaciones pueden combinarse en varias otras realizaciones. Los diferentes aspectos y elementos de las realizaciones pueden combinarse de una manera similar. También, debe destacarse que la tecnología evoluciona y, por lo tanto, muchos de los elementos son ejemplos y no deben interpretarse como limitativos del ámbito de la invención.

30 Los detalles específicos se proporcionan en la descripción para proporcionar un entendimiento completo de las realizaciones. Sin embargo, un experto en la técnica comprenderá que las realizaciones pueden ponerse en práctica sin estos detalles específicos. Por ejemplo, se han mostrado circuitos, procesos, algoritmos, estructuras y técnicas bien conocidos sin detalles innecesarios para evitar la complicación de las realizaciones.

35 También, se observa que las realizaciones pueden describirse como un proceso que se representa como un diagrama de flujo o diagrama de bloques. Aunque cada una puede describir las operaciones como un proceso secuencial, muchas de las operaciones pueden realizarse en paralelo o simultáneamente. Además, el orden de las operaciones se puede reorganizar. Un proceso puede tener pasos adicionales no incluidos en la figura.

40 Más aún, según se describe en la presente memoria, el término “memoria” o “módulo de memoria” puede representar uno o más dispositivos para almacenar datos, incluida la read-only memory (memoria de solo lectura - ROM), random access memory (memoria de acceso aleatorio - RAM), RAM magnética, memoria central, medios de almacenamiento en disco magnético, medios de almacenamiento óptico, dispositivos de memoria flash, u otros medios legibles por ordenador para almacenar información. El término “medio legible por ordenador” incluye, pero no está limitado a, dispositivos de almacenamiento portátiles o fijos, dispositivos de almacenamiento óptico, canales inalámbricos, una tarjeta SIM, otras tarjetas inteligentes, y otros diversos medios capaces de almacenar, contener, o transportar instrucciones o datos.

45 Además, las realizaciones pueden implementarse mediante hardware, software, firmware, middleware, microcódigo, lenguajes de descripción de hardware o cualquier combinación de los mismos. Cuando se implementa en software, firmware, middleware, o microcódigo, el código de programa o los segmentos de código para realizar las tareas necesarias se puede almacenar en un medio legible por ordenador tal como un medio de almacenamiento. Los procesadores pueden realizar las tareas necesarias.

50 Habiendo descrito diversas realizaciones, será reconocido por los expertos en la técnica que pueden usarse varias modificaciones y construcciones alternativas, sin abandonar el ámbito de las reivindicaciones. Por ejemplo, los elementos anteriores pueden ser simplemente un componente de un sistema más grande, en donde otras reglas pueden tomar precedencia sobre o de cualquier otra forma modificar la aplicación de las realizaciones. Asimismo, se pueden realizar una serie de etapas antes, durante, o después de considerar los elementos anteriores.

REIVINDICACIONES

1. Un método en una puerta de enlace de un sistema de comunicación vía satélite que comprende una puerta de enlace, un satélite y una pluralidad de terminales, el método de codificación, muestreo, y modulación adaptables a través de un canal de comunicación inalámbrico, comprendiendo el método:
 - proporcionar una pluralidad de tramas de datos;
 - proporcionar al menos una partición de modcode para cada trama de datos, en donde la al menos una partición de modcode representa al menos una modulación, una codificación, y un factor de propagación de la trama de datos respectiva,
 - en donde la al menos una partición de modcode se selecciona en base a una relación señal-ruido asociada con un receptor de un terminal respectivo, y
 - en donde un modo no propagado se representa utilizando un factor de propagación de 1;
 - modular, codificar y extender cada trama de datos según el factor de modulación, codificación y propagación seleccionados al menos parcialmente representados por la al menos una partición de modcode;
 - combinar cada trama de datos y la respectiva al menos una partición de modcode para formar una unidad de datos de modcode;
 - intercalar la unidad de datos de modcode utilizando un intercalador convolucional;
 - formar una pluralidad de supertramas que incluyen una secuencia de palabra única conocida y una pluralidad de subtramas, incluyendo cada subtrama una secuencia piloto conocida de una pluralidad de secuencias piloto conocidas y una parte que incluye información de modcode e información de datos; y
 - transmitir la pluralidad de supertramas en una señal inalámbrica a través del canal de comunicación inalámbrico desde la puerta de enlace hasta un terminal en la pluralidad de terminales a través del satélite.
2. El método de la reivindicación 1, en donde cada subtrama respectiva incluye una segunda secuencia conocida respectiva de una pluralidad de segundas secuencias conocidas.
3. El método de la reivindicación 1, que además comprende insertar una segunda secuencia conocida en al menos una de las subtramas de una supertrama respectiva.
4. El método de la reivindicación 3, y en donde la intercalación de la unidad de datos de modcode da como resultado datos intercalados que incluyen un primer símbolo con una primera modulación junto con un segundo símbolo con una segunda modulación, en donde la primera modulación es diferente de la segunda modulación, y en donde el intercalador convolucional incluye una pluralidad de bancos de intercalado que dependen de un bloqueo periódico de las supertramas transmitidas.
5. El método de la reivindicación 3, que además comprende:
 - la recepción de al menos una supertrama;
 - utilizar al menos la secuencia de palabra única conocida o al menos una de las segundas secuencias conocidas para mantener un bloqueo de fase; y
 - un movimiento libre de la temporización de un módulo de temporización durante un período cuando al menos la secuencia de palabra única conocida o las segundas secuencias conocidas no están presentes.
6. Un terminal (130, 1300) para recibir una señal inalámbrica desde una puerta (115) de enlace a través de un satélite (105) y procesar la señal inalámbrica recibida con codificación, propagación, y modulación adaptables, comprendiendo el terminal:
 - un módulo receptor (1325) configurado para recibir la señal inalámbrica, en donde la señal inalámbrica incluye una pluralidad de supertramas, incluyendo cada supertrama una secuencia de palabra única conocida y una pluralidad de subtramas, incluyendo cada subtrama una secuencia piloto conocida de una pluralidad de secuencias piloto conocidas y una parte que incluye información de modcode e información de datos;
 - un módulo (1320) de sincronización, acoplado de forma comunicativa con el módulo receptor, configurado para utilizar al menos la secuencia de palabra única conocida y la pluralidad de secuencias piloto conocidas para proporcionar al menos una función de captación que comprende la sincronización de la subtrama y la sincronización de la supertrama o una función de seguimiento de frecuencia;
 - un módulo (1330) de desintercalador de canal convolucional, acoplado de forma comunicativa con el módulo receptor, en donde el módulo de desintercalador de canal determina si una parte de la señal inalámbrica está intercalada y en respuesta a determinar que la parte de la señal inalámbrica que está intercalada desintercala símbolos determinados de la parte de la señal inalámbrica;

- 5 un módulo (1310) detector de modcode, acoplado de forma comunicativa con el módulo de desintercalador de canal, en donde el módulo detector de modcode deriva un factor de modulación, codificación y propagación asociado con la parte de la señal inalámbrica; y
un módulo desensanchador (1340), acoplado de forma comunicativa con el módulo detector de modcode, en donde el módulo desensanchador desensancha los símbolos determinados a partir de la parte de la señal inalámbrica utilizando el factor de propagación asociado con la parte de la señal inalámbrica.
- 10 7. El terminal de la reivindicación 6, en donde el módulo de sincronización está configurado además para estimar al menos una frecuencia o una temporización aproximadas usando las secuencias piloto conocidas.
- 15 8. El terminal de la reivindicación 6, que además comprende un módulo de bucle de temporización, acoplado de forma comunicativa con el módulo receptor, en donde el módulo de bucle de temporización utiliza al menos un bucle de seguimiento de tiempo asistido por datos o un bucle de seguimiento de tiempo no asistido por datos.
- 20 9. El terminal de la reivindicación 8, en donde el uso del bucle de seguimiento de tiempo asistido por datos o los bucles de seguimiento de tiempo no asistidos por datos depende de una relación señal-ruido del terminal, y en donde el bucle de temporización se mueve libremente a lo largo de un período cuando la secuencia de palabra única o las secuencias piloto no son detectadas.
- 25 10. El terminal de la reivindicación 6, que además comprende un desintercalador de canal, acoplado de forma comunicativa con el módulo receptor, en donde el desintercalador de canal desintercala símbolos determinados de la señal inalámbrica.
- 30 11. Un sistema de comunicación vía satélite para transmitir y recibir una señal inalámbrica, comprendiendo el sistema:
una puerta (115) de enlace configurada para transmitir una pluralidad de supertramas como parte de la señal inalámbrica, incluyendo cada supertrama de la pluralidad de supertramas una secuencia de palabra única conocida y una pluralidad de subtramas, incluyendo cada subtrama una secuencia piloto conocida de una pluralidad de secuencias piloto conocidas y una parte que incluye información de modcode e información de datos,
en donde la información de modcode representa al menos parcialmente un factor de modulación, codificación y propagación,
35 en donde la información de modcode se selecciona en base a una relación señal-ruido asociada con un receptor de un terminal respectivo, y
en donde un modo no propagado se representa utilizando un factor de propagación de 1; y
una pluralidad de terminales, en comunicación inalámbrica con la puerta de enlace por satélite, en donde cada terminal (130a,..., 130n) incluye:
40 un módulo receptor (1325) configurado para recibir la señal inalámbrica que incluye la supertrama;
un módulo (1320) de sincronización, acoplado de forma comunicativa con el módulo receptor, configurado para utilizar al menos la secuencia de palabra única conocida y la pluralidad de secuencias piloto conocidas para proporcionar al menos una función de captación que comprende la sincronización de la subtrama y la sincronización de la supertrama o una función de seguimiento de frecuencia;
45 un módulo (1330) de desintercalador de canal convolucional, acoplado de forma comunicativa con el módulo receptor, en donde el módulo de desintercalador del canal determina si una parte de la señal inalámbrica está intercalada y en respuesta a determinar que la parte de la señal inalámbrica que está intercalada desintercala símbolos determinados de la parte de la señal inalámbrica;
50 un módulo (1310) detector de modcode, acoplado de forma comunicativa con módulo de desintercalador de canal, en donde el módulo detector de modcode deriva un factor de modulación, codificación y propagación asociado con la parte de la señal inalámbrica; y
55 un módulo desensanchador (1340), acoplado de forma comunicativa con el módulo detector de modcode, en donde el módulo desensanchador desensancha los símbolos determinados a partir de la parte de la señal inalámbrica utilizando el factor de propagación asociado con la parte de la señal inalámbrica.
- 60 12. El sistema de comunicación vía satélite de la reivindicación 11, en donde cada terminal incluye además un módulo de bucle de temporización, acoplado de forma comunicativa con el módulo receptor, en donde el módulo de bucle de temporización incluye al menos un bucle de seguimiento de tiempo asistido por datos o un bucle de seguimiento de tiempo no asistido por datos.
- 65

13. El sistema de comunicación vía satélite de la reivindicación 12, que además comprende el uso de bucles de seguimiento de tiempo asistidos por datos basados en una relación señal-ruido del terminal respectivo, en donde el módulo de bucle de temporización se mueve libremente a lo largo de un período cuando la secuencia de palabra única o las secuencias piloto no son detectadas.
- 5 14. El sistema de comunicación vía satélite de la reivindicación 12, en donde el módulo de bucle de temporización se mueve libremente a lo largo de un período cuando la secuencia de palabra única o las secuencias piloto no son detectadas.
- 10 15. El sistema de comunicación vía satélite de la reivindicación 11, en donde el terminal se acopla con una plataforma móvil (170, 180).

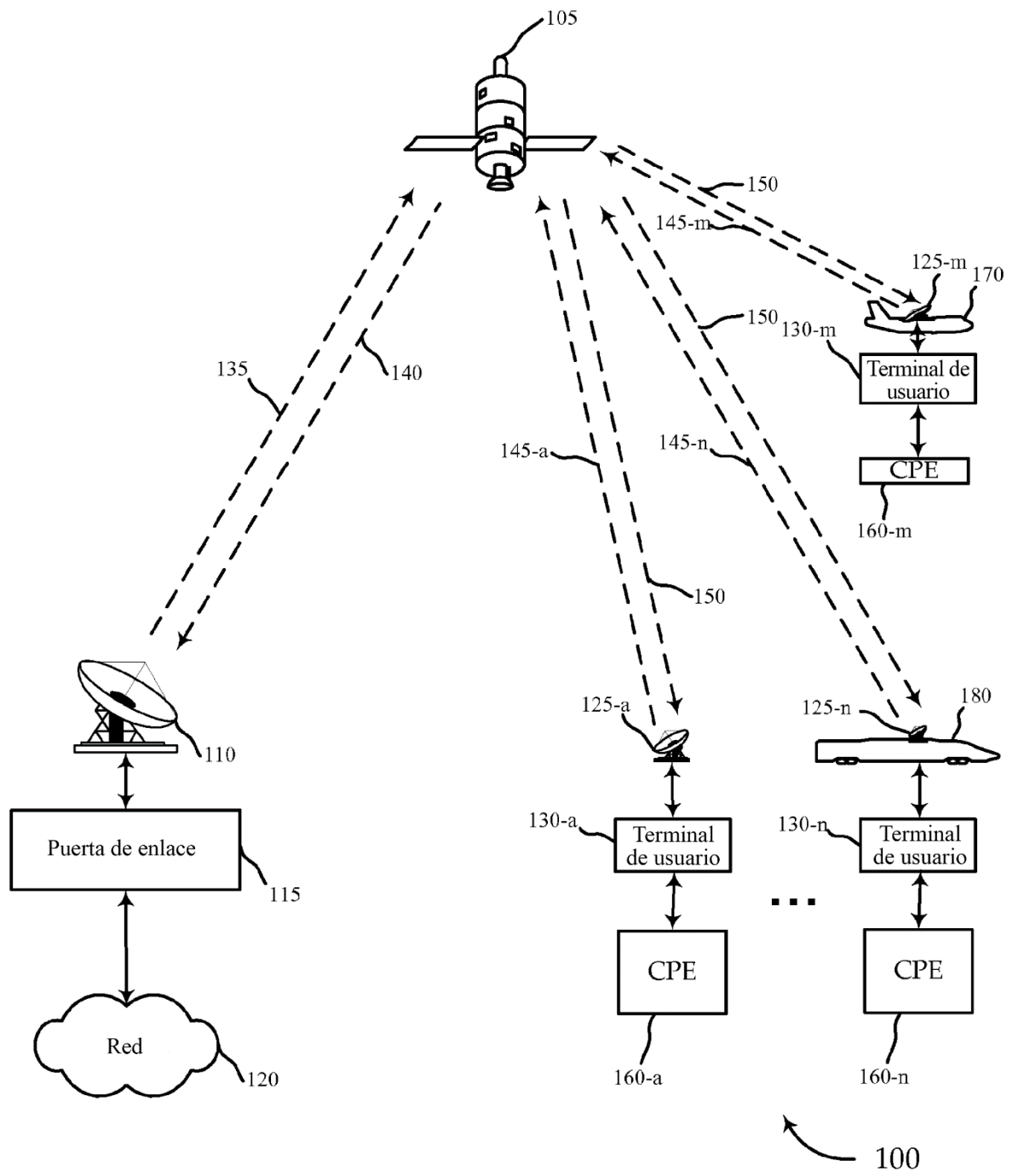


FIG. 1

200



Tamaño de la FECFRAME (símbolos)	Tipo de modulación (no propagada)		
	QPSK	8PSK	16APSK
16200 (corto)	8100 chips 6 DSU	5400 chips 4 DSU	4050 chips 3 DSU
64800 (normales)	32400 chips 24 DSU	21600 chips 16 DSU	16200 chips 12 DSU

FIG. 2



FECFRAME corta de 16APSK, sin propagación.
PLH consiste en MCPa, MCPb, y MCPc.
La FECFRAME codificada consiste en DSU 0, DSU 1 y DSU 2.

FIG. 3A



FECFRAME corta de 8PSK, sin propagación.
PLH consiste en MCPa, MCPb, MCPc, y MCPd.
La FECFRAME codificada consiste en DSU 0, DSU 1, DSU 2 y DSU 3.

FIG. 3B

Factor de propagación K (chips/símbolo)	Longitud en chips de la FECFRAME	Número mínimo de DSU por FECFRAME	Chips adicionales del DSU sin llenar	% de sobrecarga debido a chips adicionales del DSU sin llenar
1	24592	19	1058	4,12 %
2	49184	37	766	1,53 %
3	73776	55	474	0,64 %
4	98368	73	182	0,18 %
5	122960	92	1240	1,00 %
6	147552	110	948	0,64 %
7	172144	128	656	0,38 %
8	196736	146	364	0,18 %
9	221328	164	72	0,03 %
10	245920	183	1130	0,46 %
11	270512	201	838	0,31 %
12	295104	219	546	0,18 %
13	319696	237	254	0,08 %
14	344288	256	1312	0,38 %
15	368880	274	1020	0,28 %
16	393472	292	728	0,18 %
17	418064	310	436	0,10 %
18	442656	328	144	0,03 %
19	467248	347	1202	0,26 %
20	491840	365	910	0,18 %
21	516432	383	618	0,12 %
22	541024	401	326	0,06 %
23	565616	419	34	0,01 %

FIG. 4



Índice de tabla	Modulación	Velocidad de código	Factor de propagación	Bits de canal por símbolo	BPS/Hz	Tamaño de la FECFRAME	E_c/N_o (dB)
1	16APSK	9/10	sin propagar	4	3,60	64800	13,46
2	16APSK	8/9	sin propagar	4	3,56	16200	13,61
3	16APSK	5/6	sin propagar	4	3,33	64800	12,33
4	16APSK	5/6	sin propagar	4	3,33	16200	12,33
5	16APSK	4/5	sin propagar	4	3,20	64800	11,95
6	16APSK	4/5	sin propagar	4	3,20	16200	11,95
7	16APSK	3/4	sin propagar	4	3,00	64800	11,37
8	16APSK	3/4	sin propagar	4	3,00	16200	11,37
9	16APSK	2/3	sin propagar	4	2,67	64800	9,96
10	16APSK	2/3	sin propagar	4	2,67	16200	9,96
11	8PSK	2/3	sin propagar	3	2,00	64800	8,71
12	8PSK	2/3	sin propagar	3	2,00	16200	8,71
13	8PSK	3/5	sin propagar	3	1,80	64800	6,55
14	8PSK	3/5	sin propagar	3	1,80	16200	6,55
15	QPSK	3/5	sin propagar	2	1,20	64800	4,79
16	QPSK	3/5	sin propagar	2	1,20	16200	4,79
17	QPSK	1/2	sin propagar	2	1,00	64800	1,90
18	QPSK	1/2	sin propagar	2	1,00	16200	1,90
19	QPSK	2/5	sin propagar	2	0,8	64800	0,73
20	QPSK	2/5	sin propagar	2	0,8	16200	0,73
21	QPSK	1/3	sin propagar	2	0,67	64800	-0,16
22	QPSK	1/3	sin propagar	2	0,67	16200	-0,16
23	QPSK	1/4	sin propagar	2	0,50	64800	-1,91
24	QPSK	1/4	sin propagar	2	0,50	16200	-1,91
25	QPSK	2/5	2	2	0,40	16200	-2,28
26	pi/2-BPSK	1/3	sin propagar	1	0,33	16200	-3,17
27	pi/2-BPSK	1/3	sin propagar	1	0,33	24592	-3,17
28	QPSK	1/3	3	2	0,22	16200	-4,93
29	QPSK-S	1/3	2	1	0,17	16200	-6,18
30	QPSK-S	1/3	2	1	0,17	24592	-6,18
31	QPSK-S	1/3	3	1	0,11	16200	-7,94
32	QPSK-S	1/3	3	1	0,11	24592	-7,94

FIG. 5A

500



Índice de tabla	Modulación	Velocidad de código	Factor de propagación	Bits de canal por símbolo	BPS/Hz	Tamaño de la FECFRAME	E_c/N_o (dB)
33	QPSK-S	1/3	4	1	0,08	16200	-9,19
34	QPSK-S	1/3	4	1	0,08	24592	-9,19
35	QPSK-S	1/3	5	1	0,07	16200	-10,16
36	QPSK-S	1/3	5	1	0,07	24592	-10,16
37	QPSK-S	1/3	7	1	0,05	16200	-11,62
38	QPSK-S	1/3	7	1	0,05	24592	-11,62
39	QPSK-S	1/3	9	1	0,04	16200	-12,71
40	QPSK-S	1/3	9	1	0,04	24592	-12,71
41	QPSK-S	1/3	11	1	0,03	16200	-13,59
42	QPSK-S	1/3	11	1	0,03	24592	-13,59
43	QPSK-S	1/3	14	1	0,02	16200	-14,63
44	QPSK-S	1/3	14	1	0,02	24592	-14,63
45	QPSK-S	1/3	18	1	0,02	16200	-15,72
46	QPSK-S	1/3	18	1	0,02	24592	-15,72
47	QPSK-S	1/3	23	1	0,01	16200	-16,79
48	QPSK-S	1/3	23	1	0,01	24592	-16,79

FIG. 5B

Índice de palabra clave	Secuencia de Walsh
0	00000000000000000000000000000000
1	01010101010101010101010101010101
2	00110011001100110011001100110011
3	01100110011001100110011001100110
4	00001111000011110000111100001111
5	01011010010110100101101001011010
6	00111100001111000011110000111100
7	01101001011010010110100101101001
8	00000000111111110000000011111111
9	01010101101010100101010110101010
10	00110011110011000011001111001100
11	01100110100110010110011010011001
12	00001111111100000000111111110000
13	01011010101001010101101010100101
14	00111100110000110011110011000011
15	01101001100101100110100110010110
16	00000000000000001111111111111111
17	01010101010101011010101010101010
18	00110011001100111100110011001100
19	01100110011001101001100110011001
20	00001111000011111111000011110000
21	01011010010110101010010110100101
22	00111100001111001100001111000011
23	01101001011010011001011010010110
24	00000000111111111111111100000000
25	01010101101010101010101001010101
26	00110011110011001100110000110011
27	01100110100110011001100101100110
28	00001111111100001111000000001111

600



FIG. 6A

600
↙

Índice de palabra clave	Secuencia de Walsh
29	010110101010010110100101011010
30	00111100110000111100001100111100
31	01101001100101101001011001101001

FIG. 6B

700



Modulación	Velocidad de código	Factor de propagación	Longitud de PLH - sin incluir la banda de protección (chips)	Número DSU	Número de los MCP por modcode	“Repeticiones” de RM (32, 6)	Número de bandas de protección
16APSK	9/10	sin propagar	32	3	2	1	1
16APSK	8/9	sin propagar	32	3	2	1	1
16APSK	5/6	sin propagar	32	3	2	1	1
16APSK	4/5	sin propagar	32	3	2	1	1
16APSK	3/4	sin propagar	32	3	2	1	1
16APSK	2/3	sin propagar	32	3	2	1	1
8PSK	9/10	sin propagar	64	4	4	2	0
8PSK	8/9	sin propagar	64	4	4	2	0
8PSK	5/6	sin propagar	64	4	4	2	0
8PSK	3/4	sin propagar	64	4	4	2	0
8PSK	2/3	sin propagar	64	4	4	2	0
8PSK	3/5	sin propagar	64	4	4	2	0
QPSK	9/10	sin propagar	96	6	6	3	0
QPSK	8/9	sin propagar	96	6	6	3	0
QPSK	5/6	sin propagar	96	6	6	3	0
QPSK	4/5	sin propagar	96	6	6	3	0
QPSK	3/4	sin propagar	96	6	6	3	0
QPSK	2/3	sin propagar	96	6	6	3	0
QPSK	3/5	sin propagar	96	6	6	3	0
QPSK	1/2	sin propagar	96	6	6	3	0
QPSK	2/5	sin propagar	96	6	6	3	0
QPSK	1/3	sin propagar	96	6	6	3	0
QPSK	1/4	sin propagar	96	6	6	3	0
QPSK	2/5	2	192	12	12	6	0
QPSK	1/3	2	192	12	12	6	0

FIG. 7A

700



Modulación	Velocidad de código	Factor de propagación	Longitud de PLH - sin incluir la banda de protección (chips)	Número DSU	Número de los MCP por modcode	“Repeticiones” de RM (32, 6)	Número de bandas de protección
QPSK	1/3	3	288	18	18	9	0
QPSK	2/5	4	384	24	24	12	0
QPSK	1/3	4	384	24	24	12	0
QPSK	1/3	5	480	30	30	15	0
QPSK	1/3	6	576	36	36	18	0
pi/2-BPSK	1/3	sin propagar	288	19	18	9	1
QPSK-S	1/3	2	576	37	36	18	1
QPSK-S	1/3	3	864	55	54	27	1
QPSK-S	1/3	4	1152	73	72	36	1
QPSK-S	1/3	5	1472	92	92	46	0
QPSK-S	1/3	6	1760	110	110	55	0
QPSK-S	1/3	7	2048	128	128	64	0
QPSK-S	1/3	8	2336	146	146	73	0
QPSK-S	1/3	9	2624	164	164	82	0
QPSK-S	1/3	10	2912	183	182	91	1
QPSK-S	1/3	11	3200	201	200	100	1
QPSK-S	1/3	12	3488	219	218	109	1
QPSK-S	1/3	13	3776	237	236	118	1
QPSK-S	1/3	14	4096	256	256	128	0
QPSK-S	1/3	15	4384	274	274	137	0
QPSK-S	1/3	16	4672	292	292	146	0
QPSK-S	1/3	17	4960	310	310	155	0
QPSK-S	1/3	18	5248	328	328	164	0
QPSK-S	1/3	19	5536	347	346	173	1
QPSK-S	1/3	20	5824	365	364	182	1
QPSK-S	1/3	21	6112	383	382	191	1
QPSK-S	1/3	22	6400	401	400	200	1
QPSK-S	1/3	23	6688	419	418	209	1

FIG. 7B

800



Modulación	Velocidad de código	Factor de propagación	FECFR AME	Longitud de PLH - sin incluir la banda de protección (chips)	Longitud de PLH - sin incluir la banda de protección (unidades de MCP)	Banda de protección (unidades de MCP)
16APSK	9/10	sin propagar	64800	64	2	10
16APSK	8/9	sin propagar	16200	64	2	1
16APSK	5/6	sin propagar	64800	64	2	10
16APSK	5/6	sin propagar	16200	64	2	1
16APSK	4/5	sin propagar	64800	64	2	10
16APSK	4/5	sin propagar	16200	64	2	1
16APSK	3/4	sin propagar	64800	64	2	10
16APSK	3/4	sin propagar	16200	64	2	1
16APSK	2/3	sin propagar	64800	64	2	10
16APSK	2/3	sin propagar	16200	64	2	1
8PSK	2/3	sin propagar	64800	64	2	14
8PSK	2/3	sin propagar	16200	64	2	2
8PSK	3/5	sin propagar	64800	64	2	14
8PSK	3/5	sin propagar	16200	64	2	2
QPSK	3/5	sin propagar	64800	96	3	21
QPSK	3/5	sin propagar	16200	96	3	3
QPSK	1/2	sin propagar	64800	96	3	21
QPSK	1/2	sin propagar	16200	96	3	3
QPSK	2/5	sin propagar	64800	96	3	21
QPSK	2/5	sin propagar	16200	96	3	3
QPSK	1/3	sin propagar	64800	96	3	21
QPSK	1/3	sin propagar	16200	96	3	3
QPSK	1/4	sin propagar	64800	128	3	21
QPSK	1/4	sin propagar	16200	128	3	3
QPSK	2/5	2	16200	192	6	6
pi/2-BPSK	1/3	sin propagar	16200	192	6	6
pi/2-BPSK	1/3	sin propagar	24592	192	6	13
QPSK	1/3	3	16200	288	9	9
QPSK-S	1/3	2	16200	384	12	12
QPSK-S	1/3	2	24592	384	12	25
QPSK-S	1/3	3	16200	576	18	18
QPSK-S	1/3	3	24592	576	18	37

FIG. 8A

800



Modulación	Velocidad de código	Factor de propagación	FECFR AME	Longitud de PLH - sin incluir la banda de protección (chips)	Longitud de PLH - sin incluir la banda de protección (unidades de MCP)	Banda de protección (unidades de MCP)
QPSK-S	1/3	4	16200	768	24	24
QPSK-S	1/3	4	24592	768	24	49
QPSK-S	1/3	5	16200	960	30	30
QPSK-S	1/3	5	24592	960	30	62
QPSK-S	1/3	7	16200	1344	42	42
QPSK-S	1/3	7	24592	1344	42	86
QPSK-S	1/3	9	16200	1728	54	54
QPSK-S	1/3	9	24592	1728	54	110
QPSK-S	1/3	11	16200	2112	66	66
QPSK-S	1/3	11	24592	2112	66	135
QPSK-S	1/3	14	16200	2688	84	84
QPSK-S	1/3	14	24592	2688	84	172
QPSK-S	1/3	18	16200	3456	108	108
QPSK-S	1/3	18	24592	3456	108	220
QPSK-S	1/3	23	16200	4416	138	138
QPSK-S	1/3	23	24592	4416	138	281

FIG. 8B

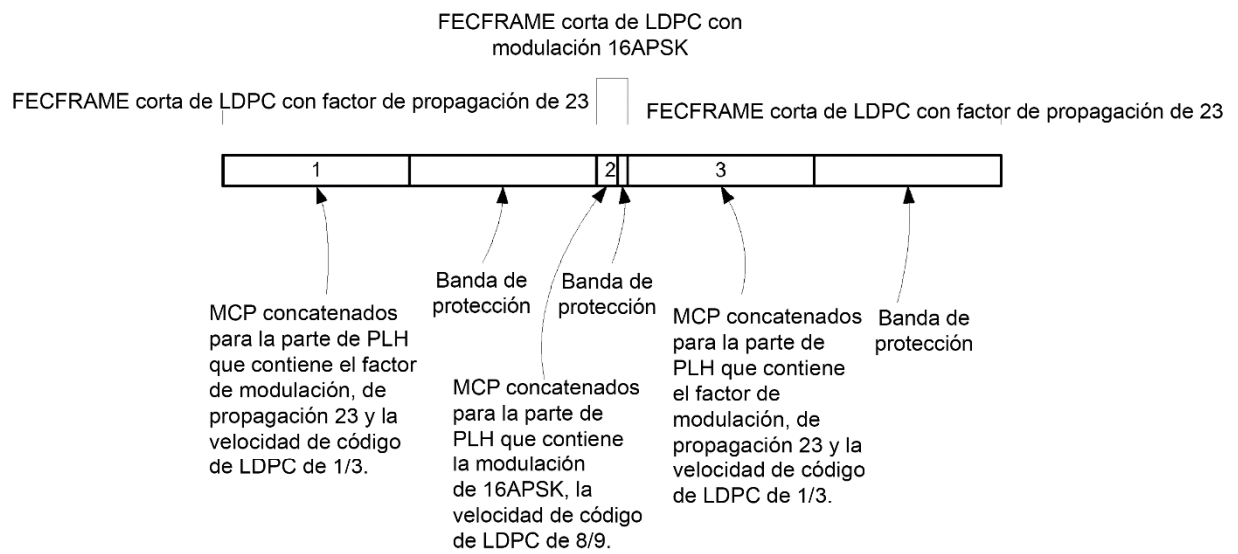


FIG. 9

[illegible]

FIG. 10

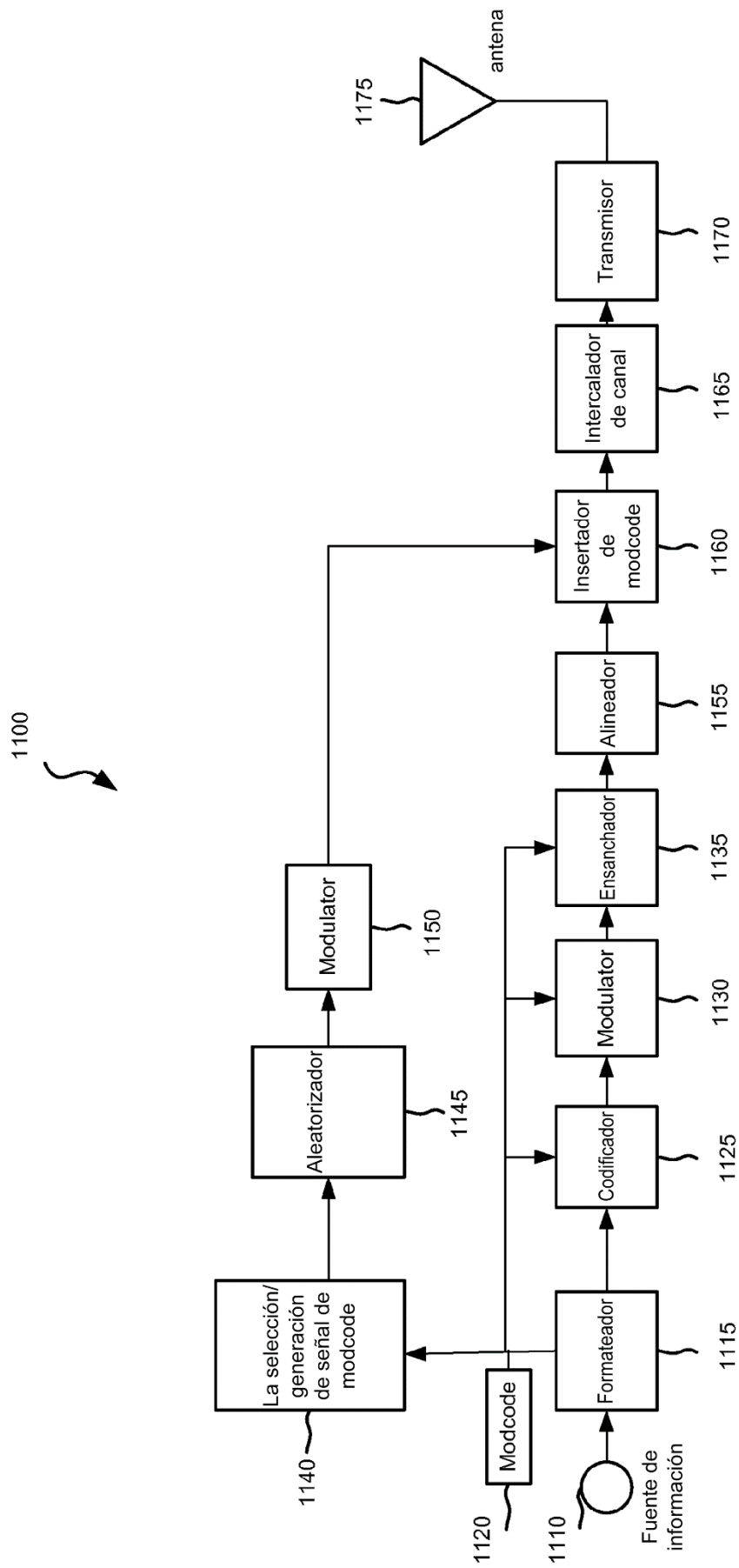


FIG. 11

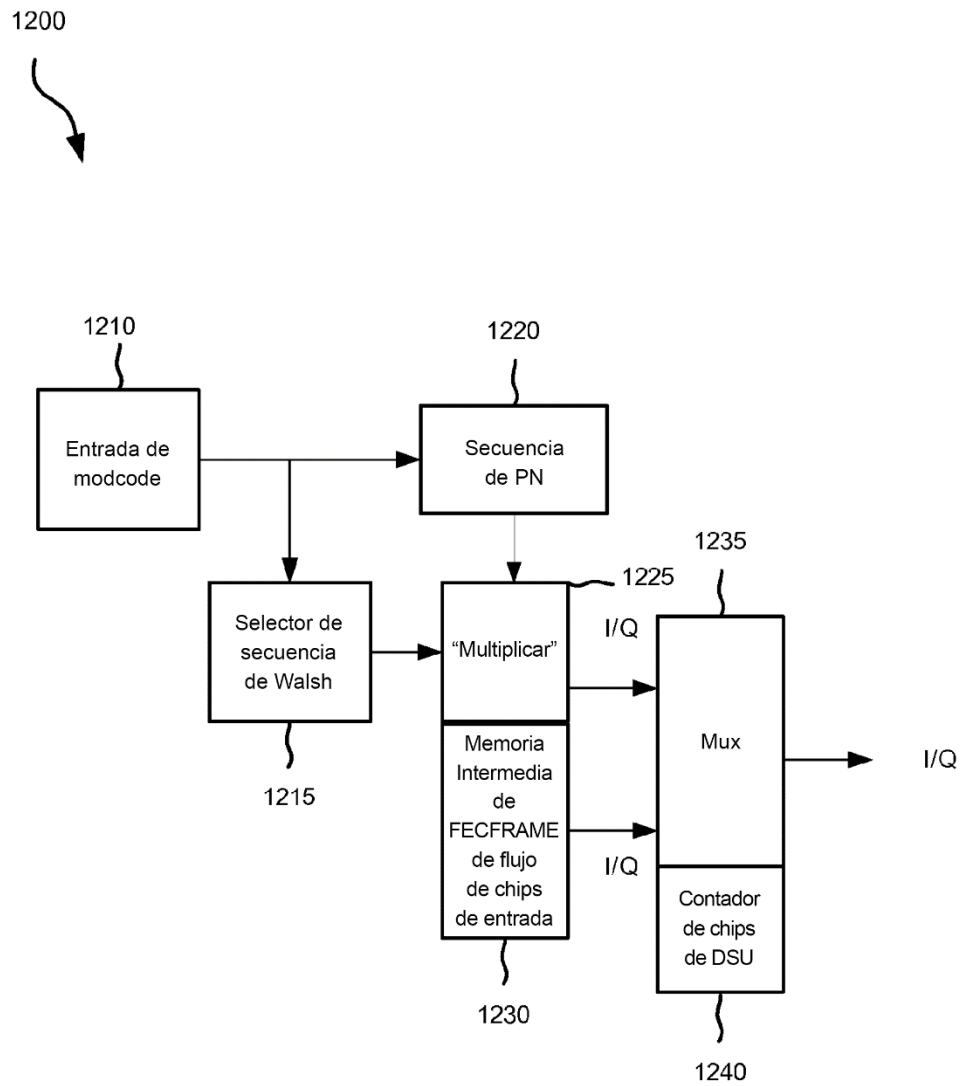


FIG. 12

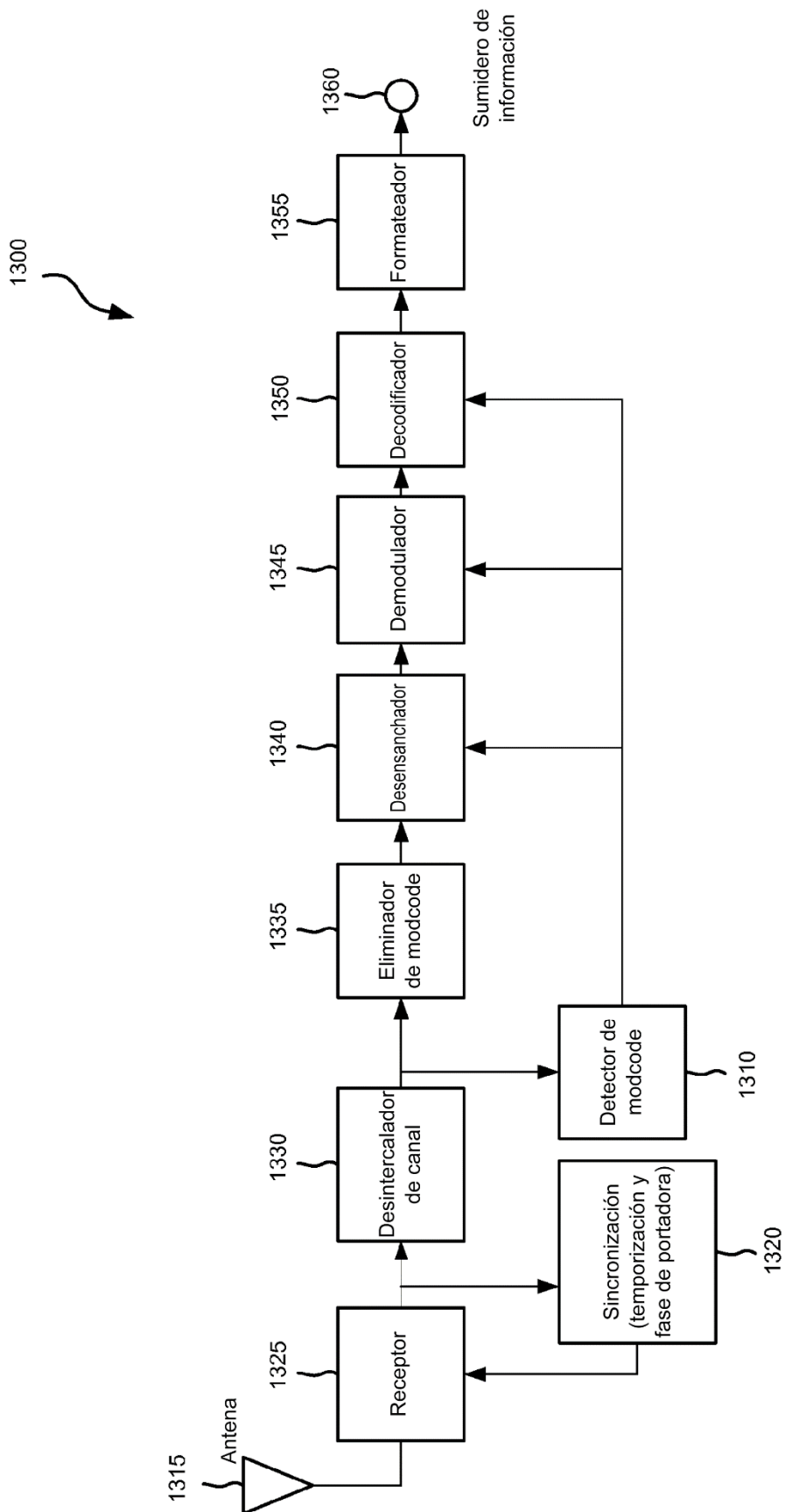


FIG. 13

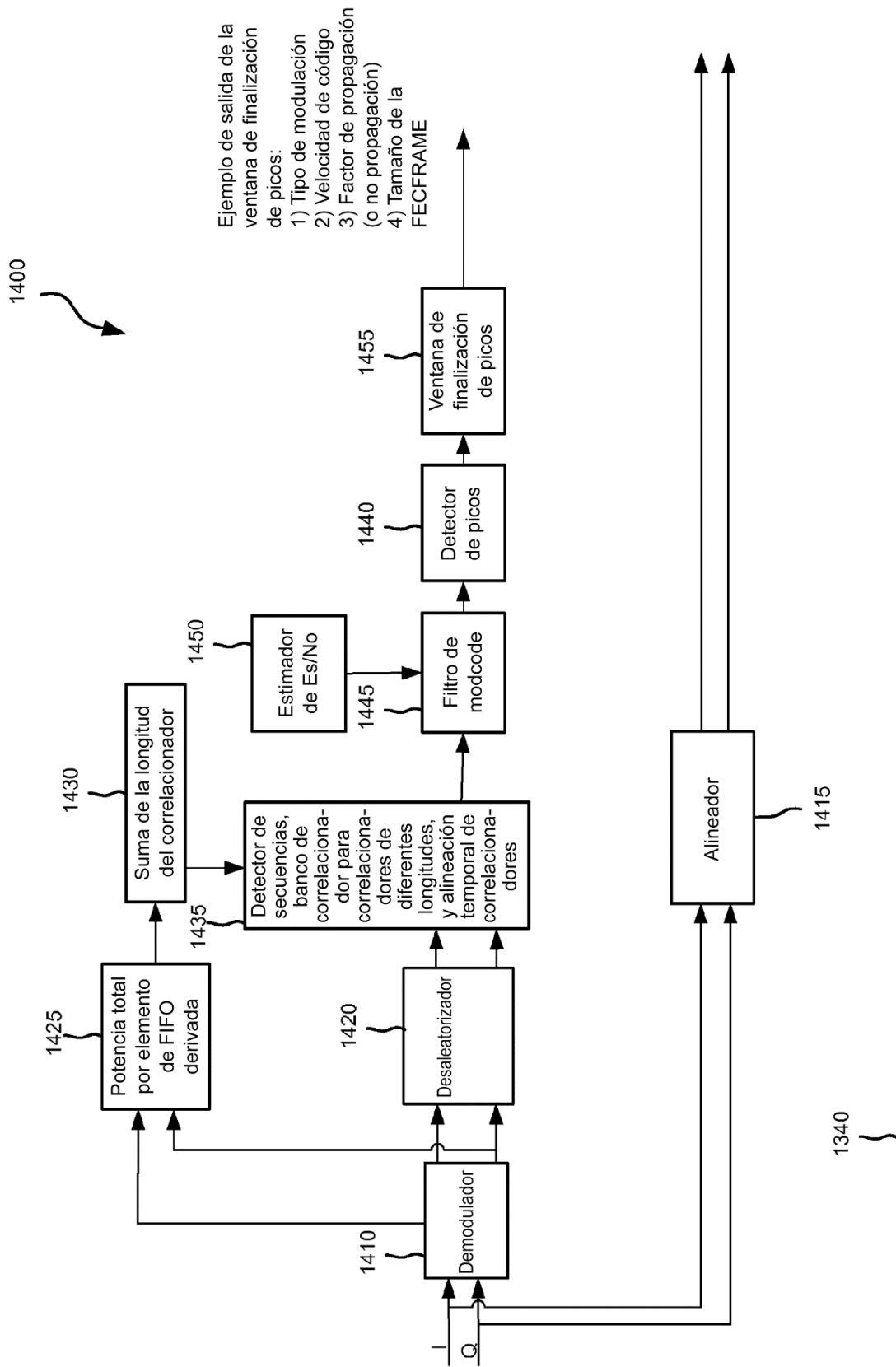


FIG. 14

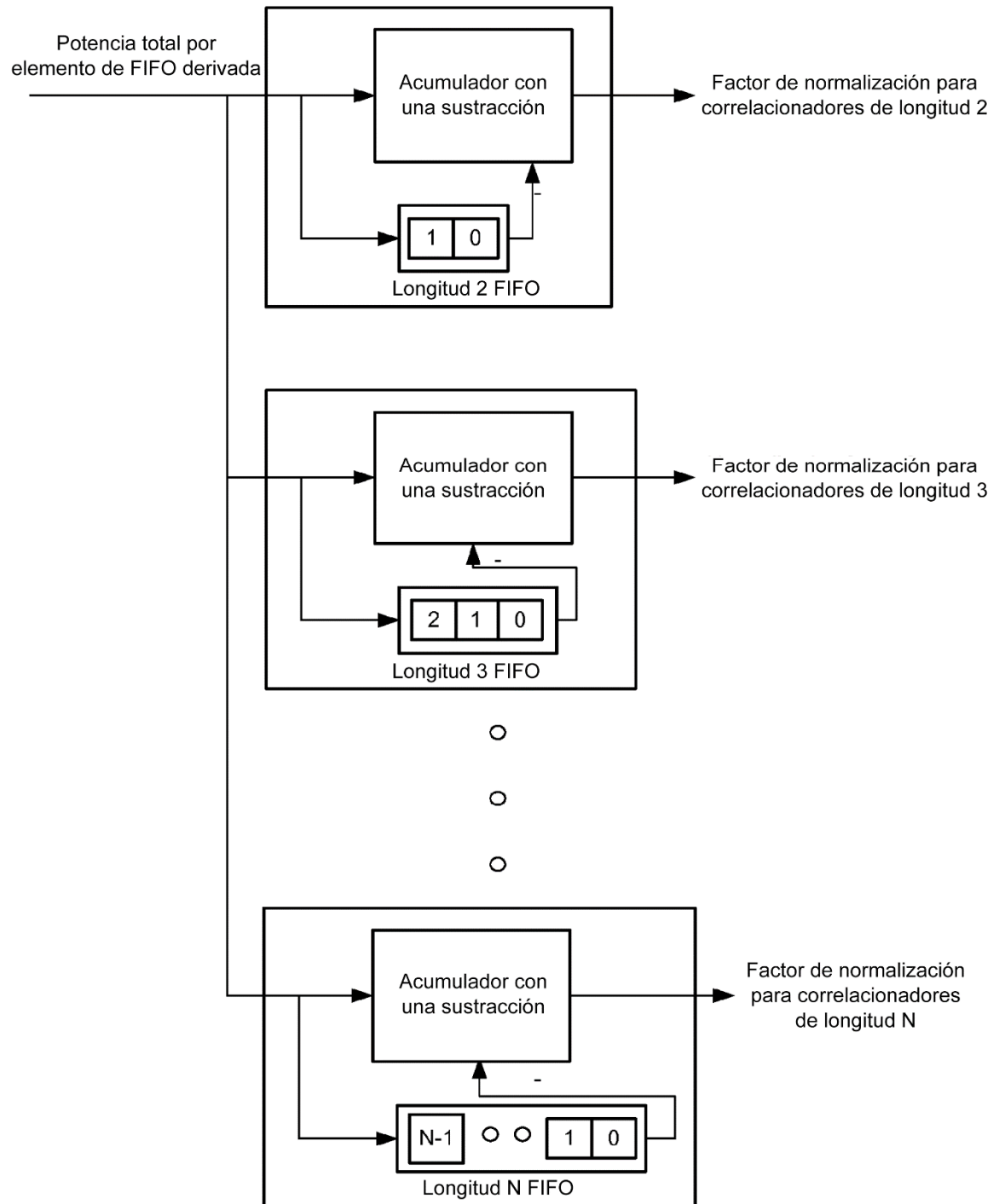


FIG. 15

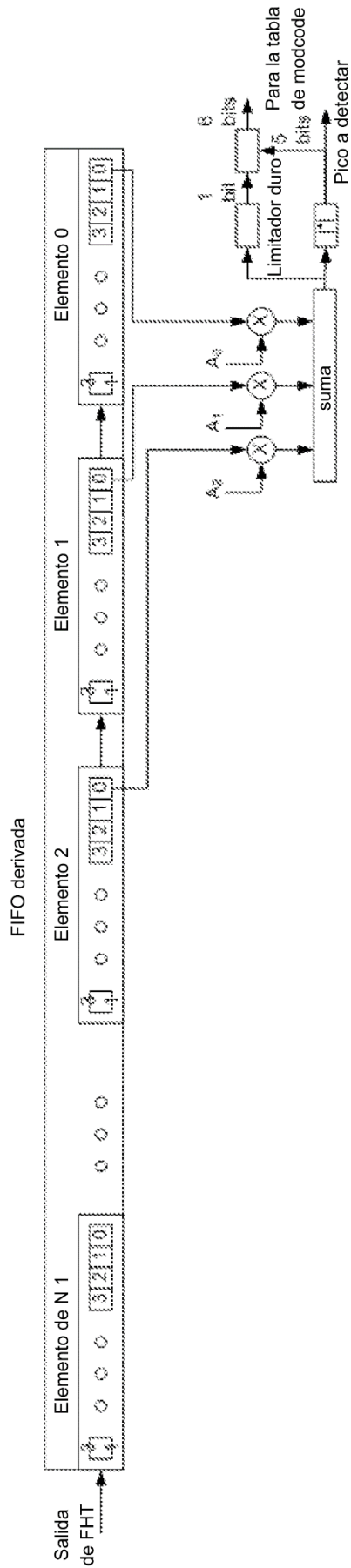


FIG. 16A

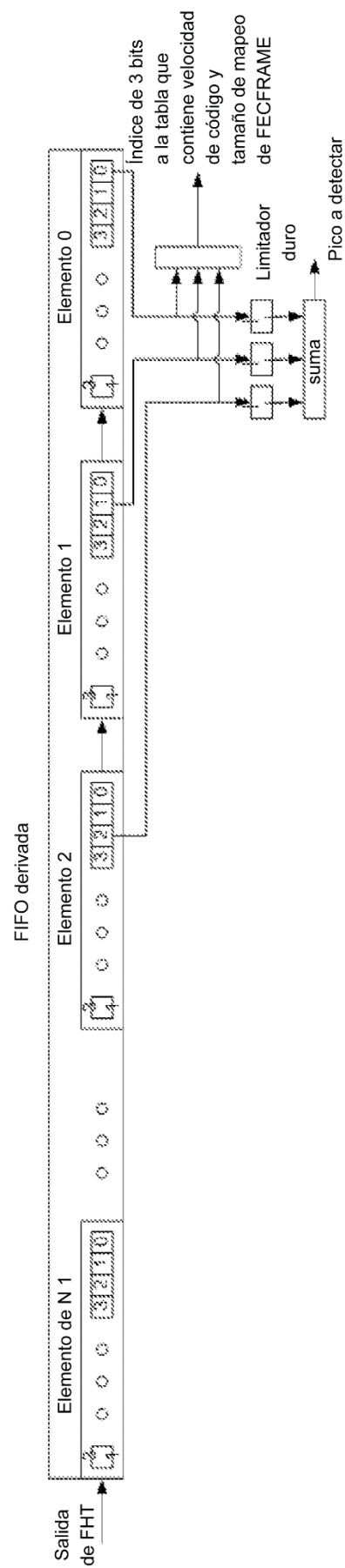


FIG. 16B

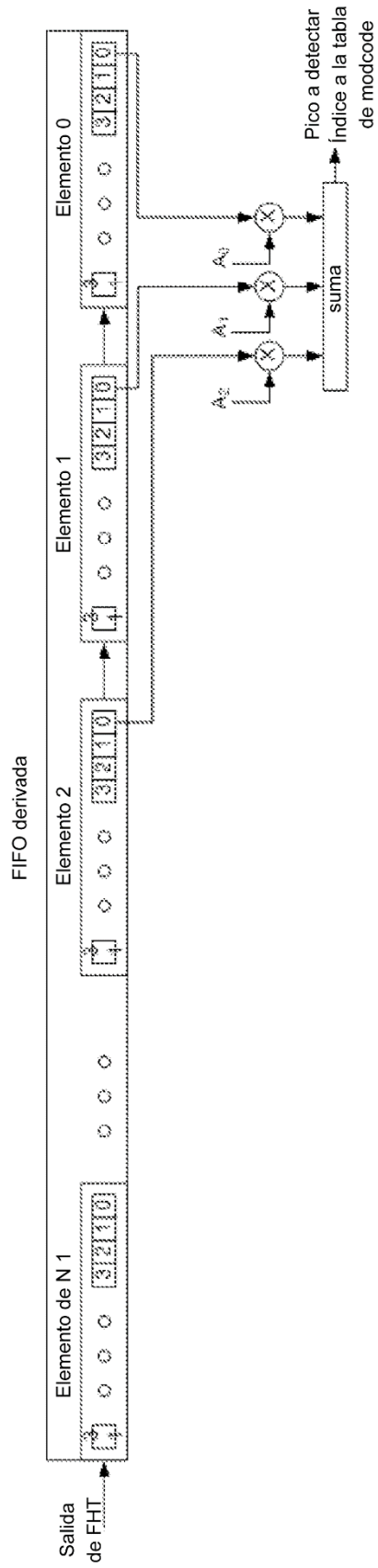


FIG. 16C

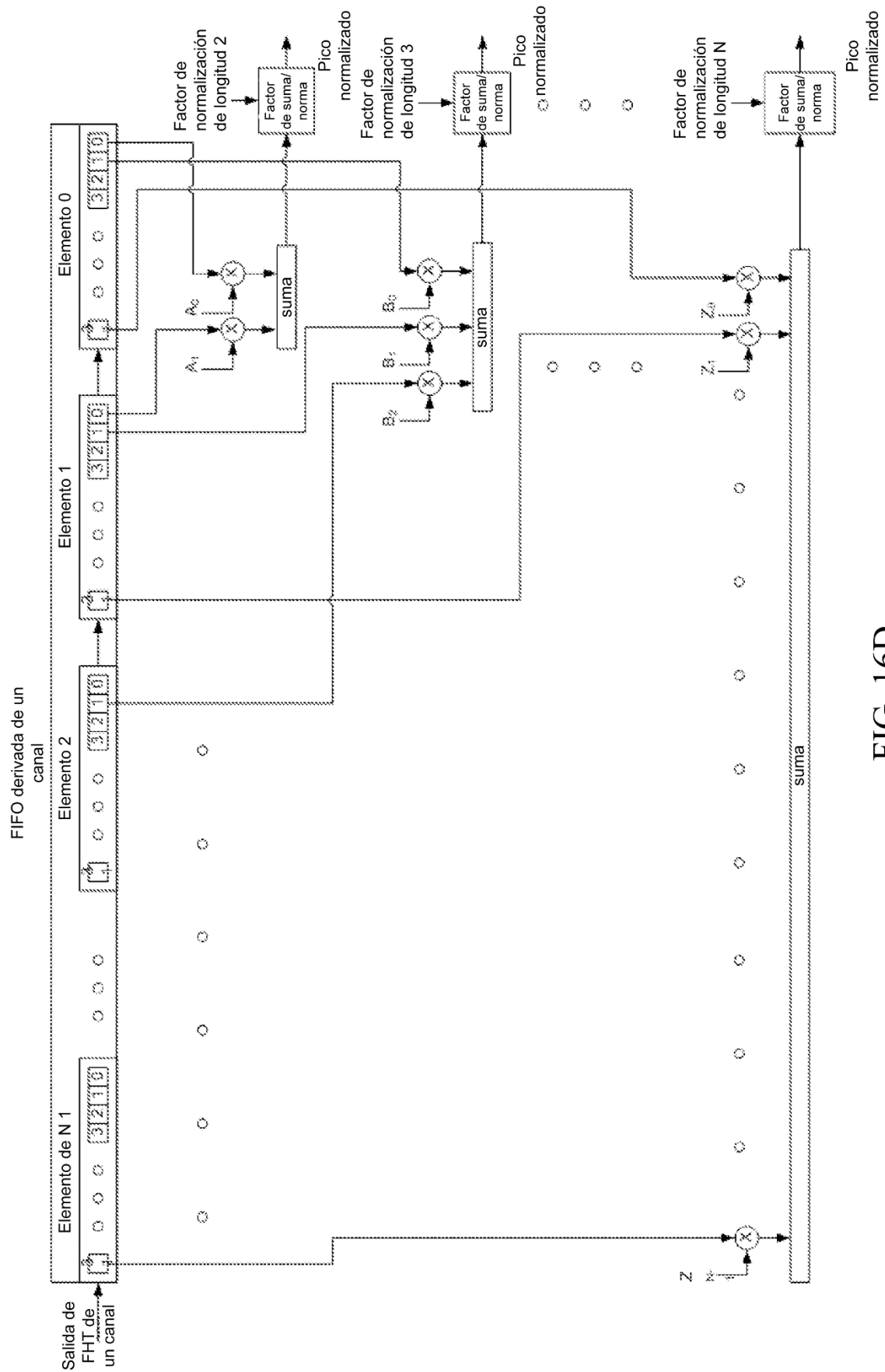


FIG. 16D

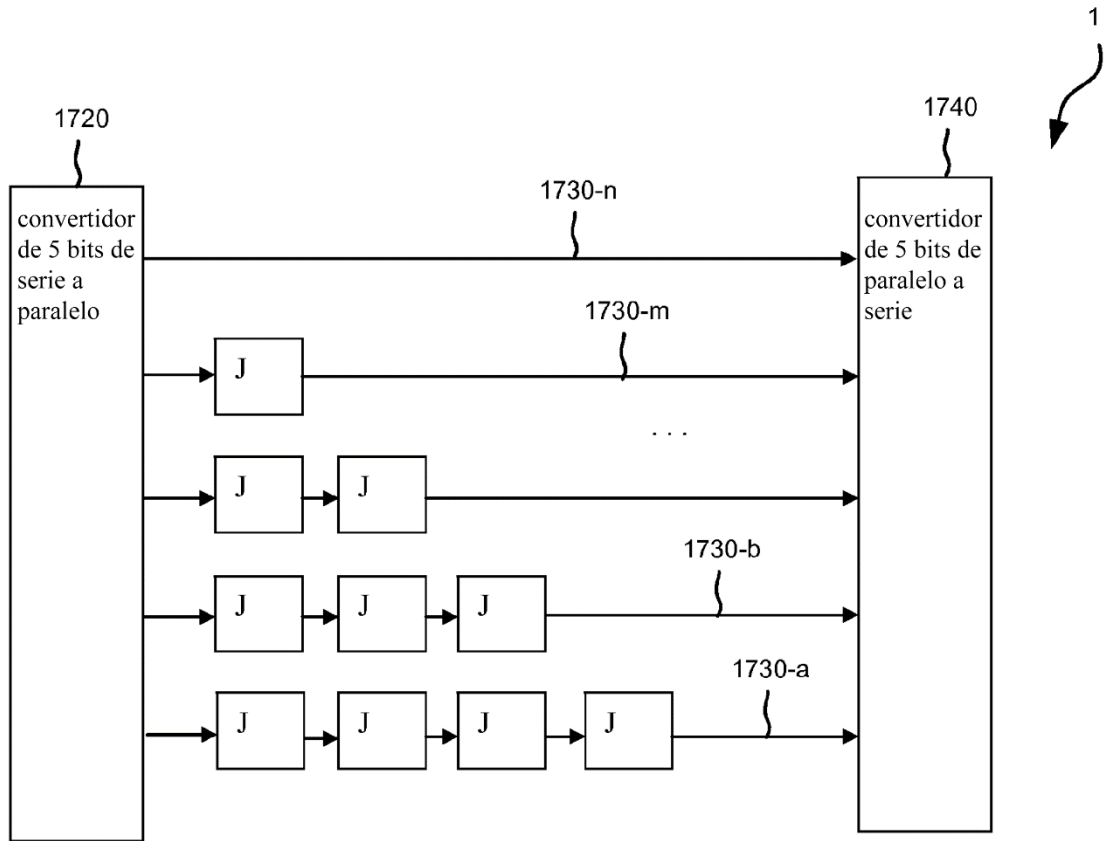


FIG. 17A

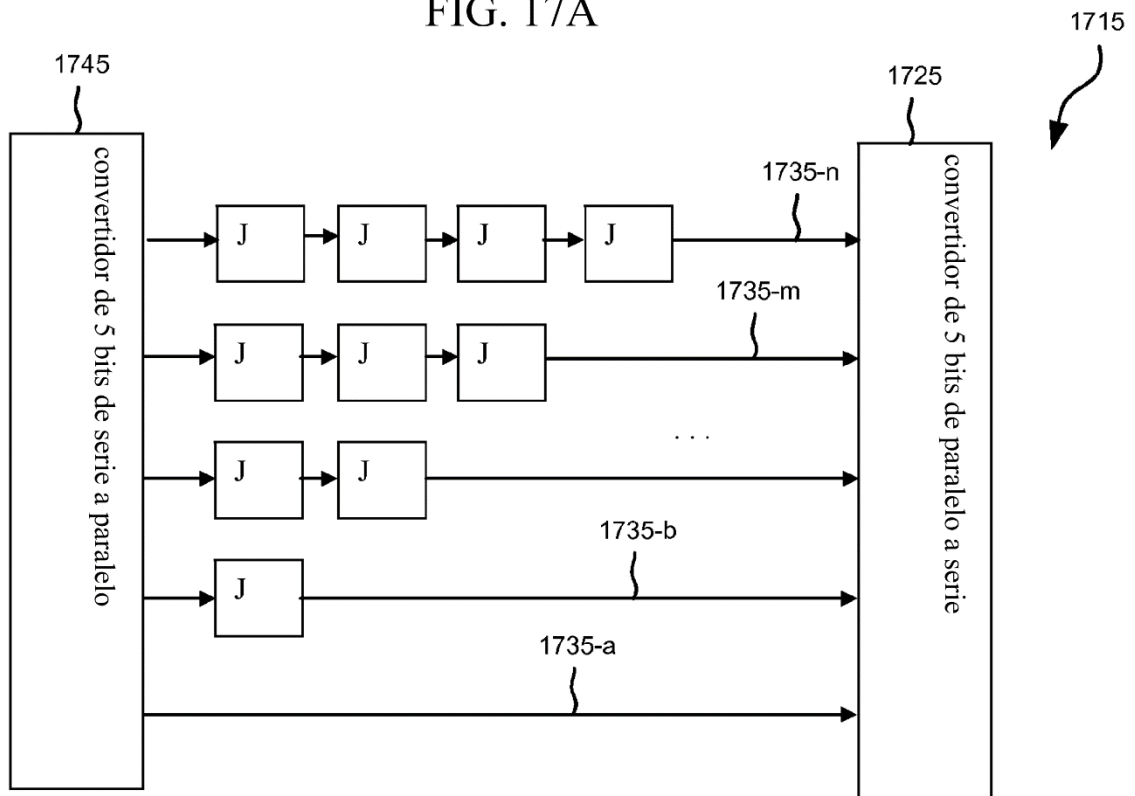


FIG. 17B

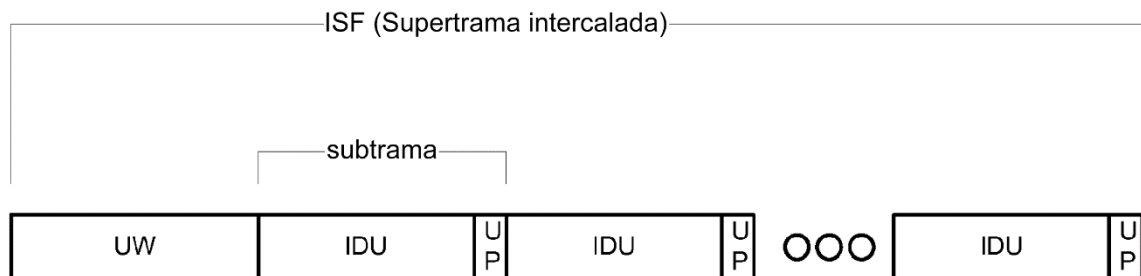


FIG. 18A

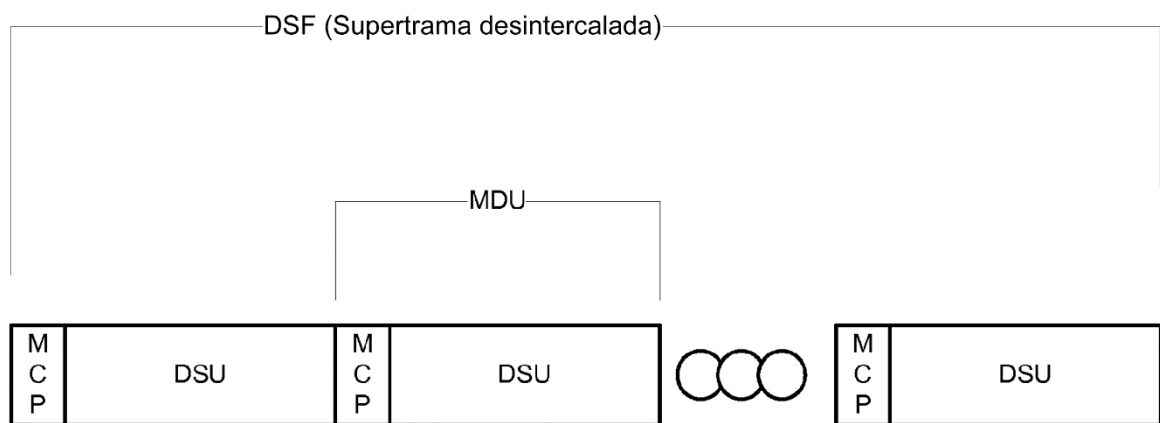


FIG. 18B

1900



Todas las longitudes en chips	1 %		5 %		10 %	
Longitud de MCP	36		36		36	
Longitud de DSU	1350		1350		1350	
N ₄ MDUs/DSF	120		118		117	
Longitud de DSF	166320		163548		162162	
Longitud de UW	182		3366		3264	
Longitud de UP	2		10		11	
Longitud de IDU	180		177		91	
Longitud del período piloto (longitud de la subtrama)	182		187		102	
N ₁ Períodos piloto/ISF	924		924		1782	
N ₂ Períodos piloto/UW	1		18		32	
Longitud de ISF	168350		176154		185028	
N ₃ por M ramificaciones del intercalador convolucional (ejemplos para 0,1 hasta 0,5 seg de demora de extremo a extremo en incrementos de ~0,1 seg para 28,8 Mcps)	N ₃	M	N ₃	M	N ₃	M
	9240	18	9086	18	9009	18
	4752	35	4543	36	4914	33
	3080	54	3717	44	3003	54
	2376	70	2478	66	2457	66
	1980	84	1947	84	2002	81

FIG. 19

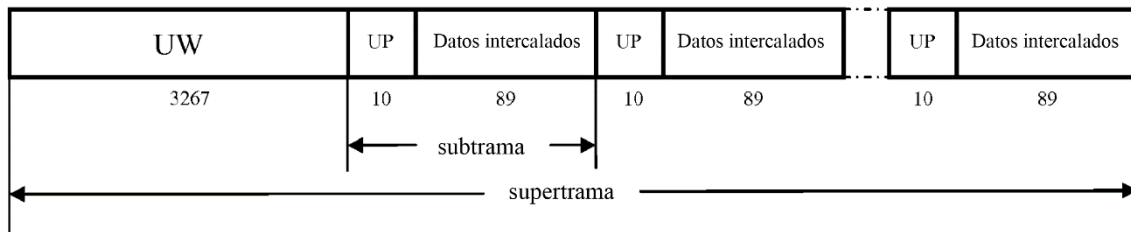


FIG. 20A

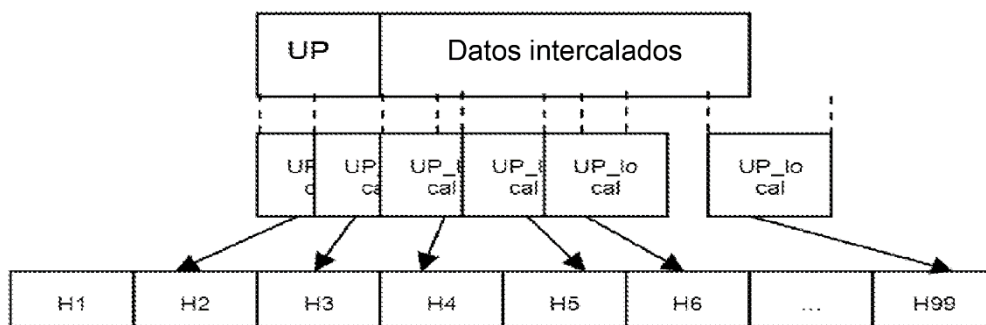


FIG. 20B

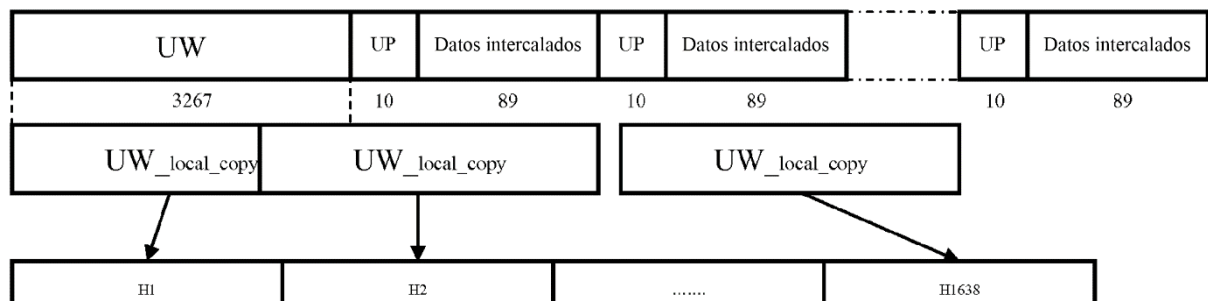


FIG. 20C

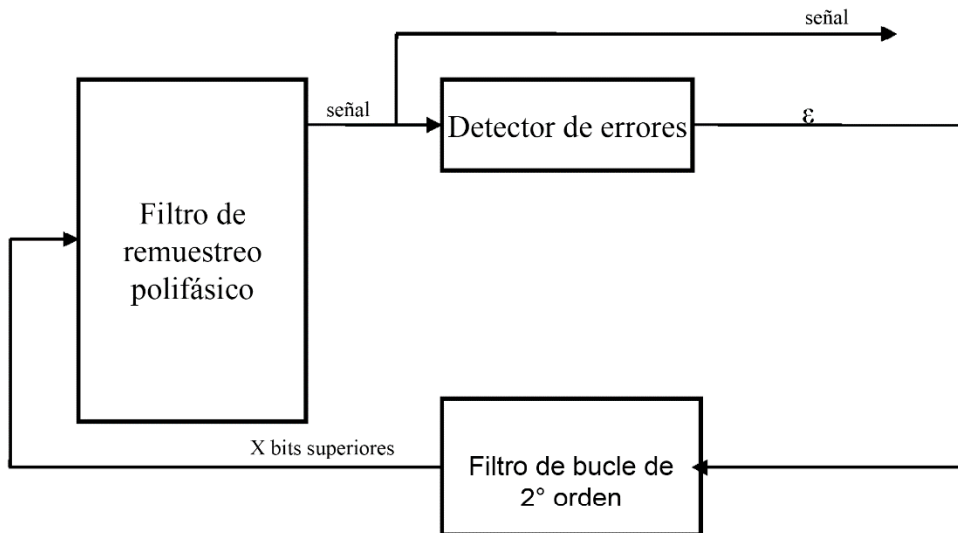


FIG. 21A

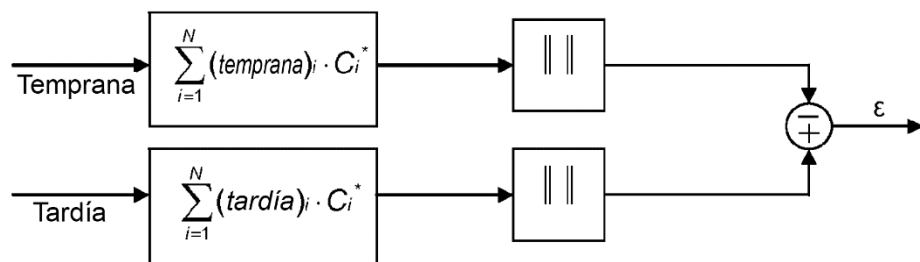


FIG. 21B

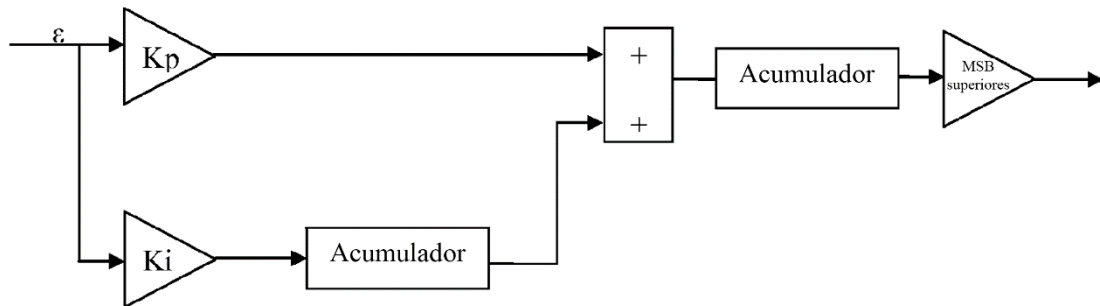


FIG. 21C

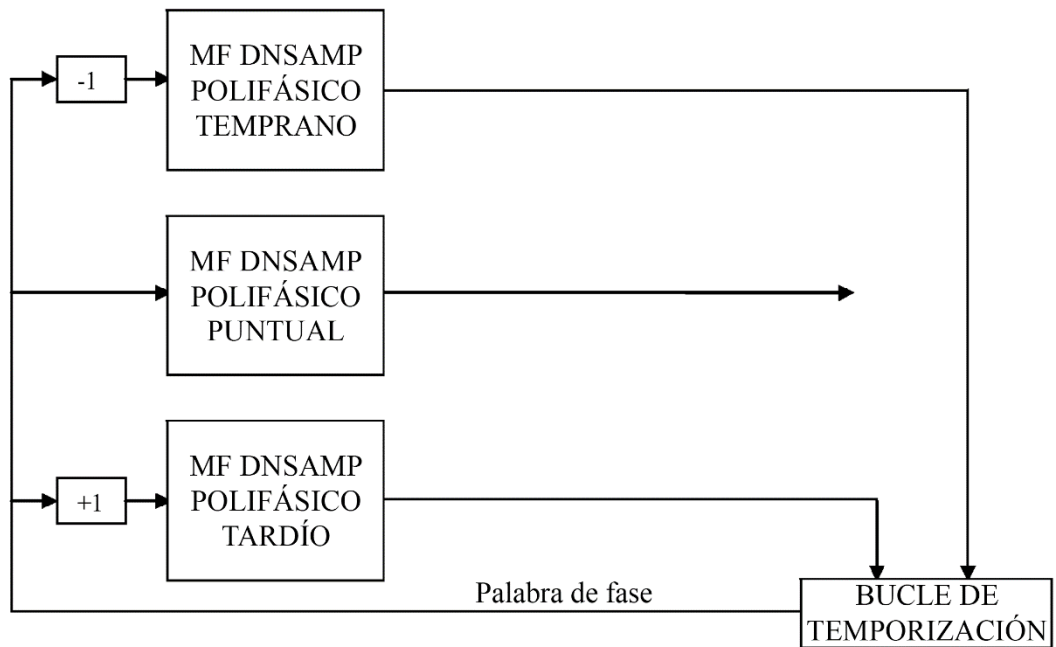


FIG. 21D

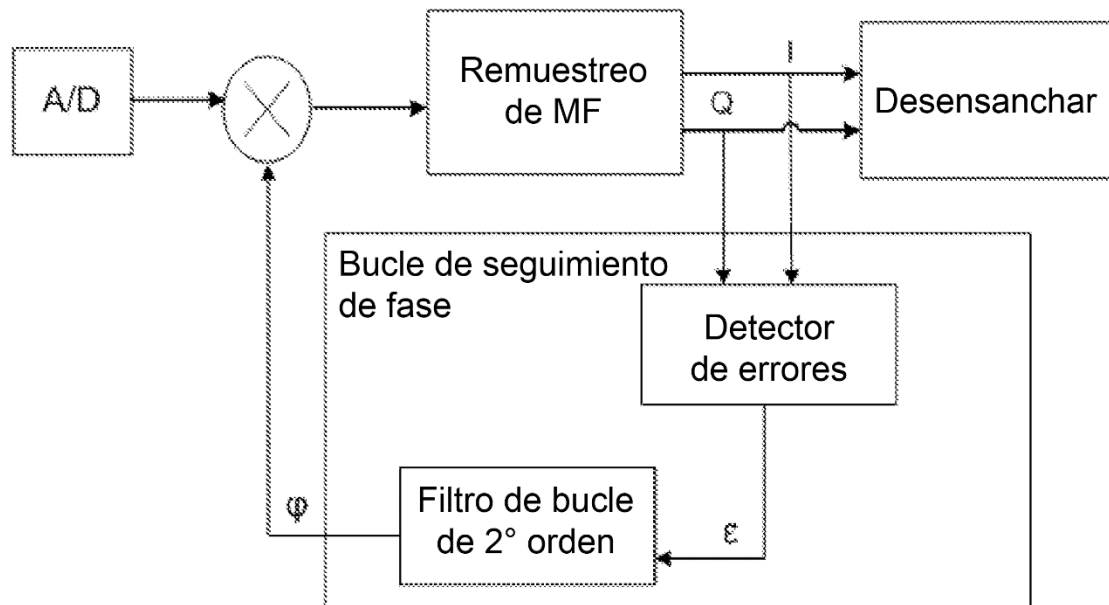


FIG. 22

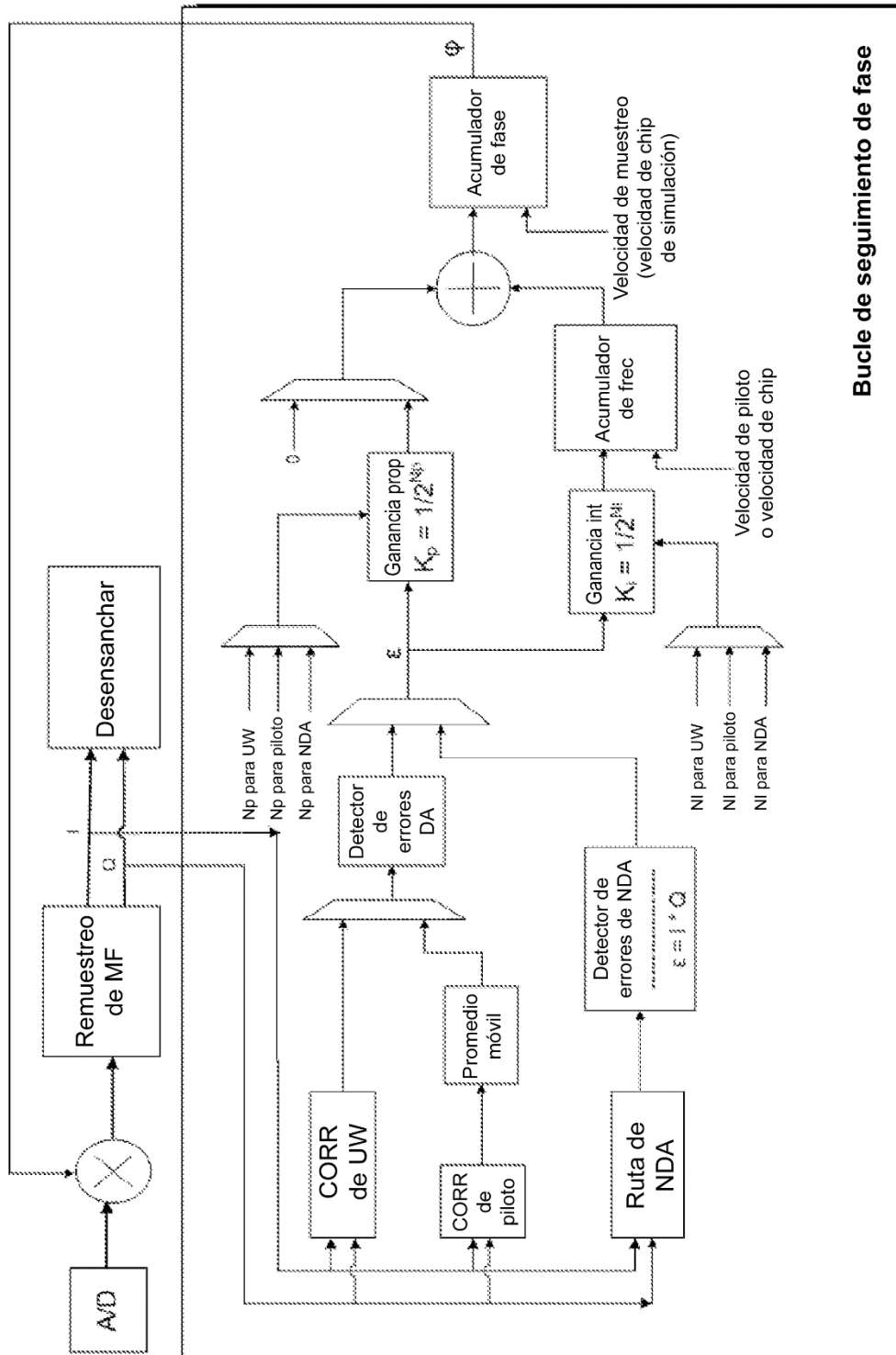


FIG. 23

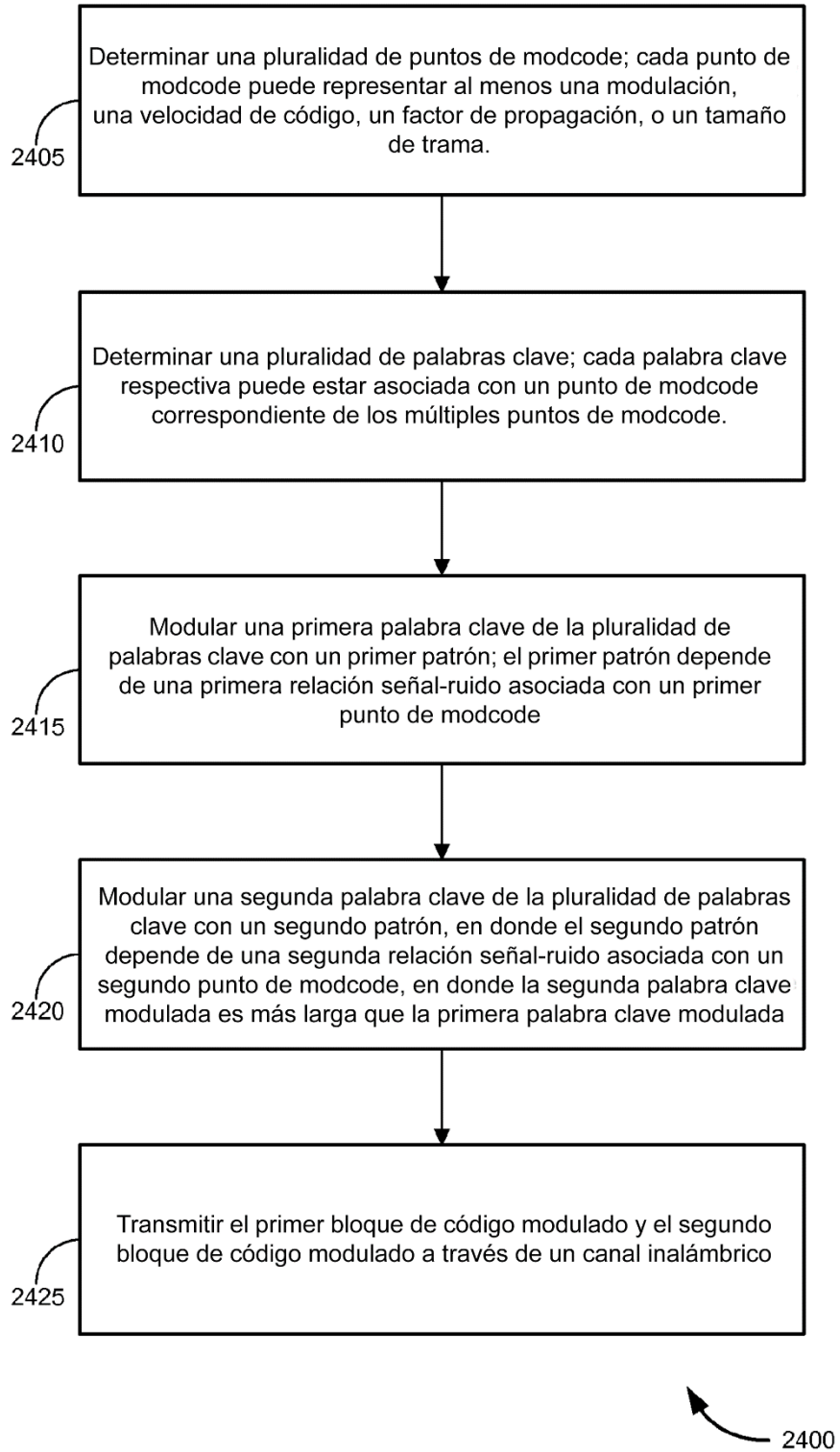


FIG. 24

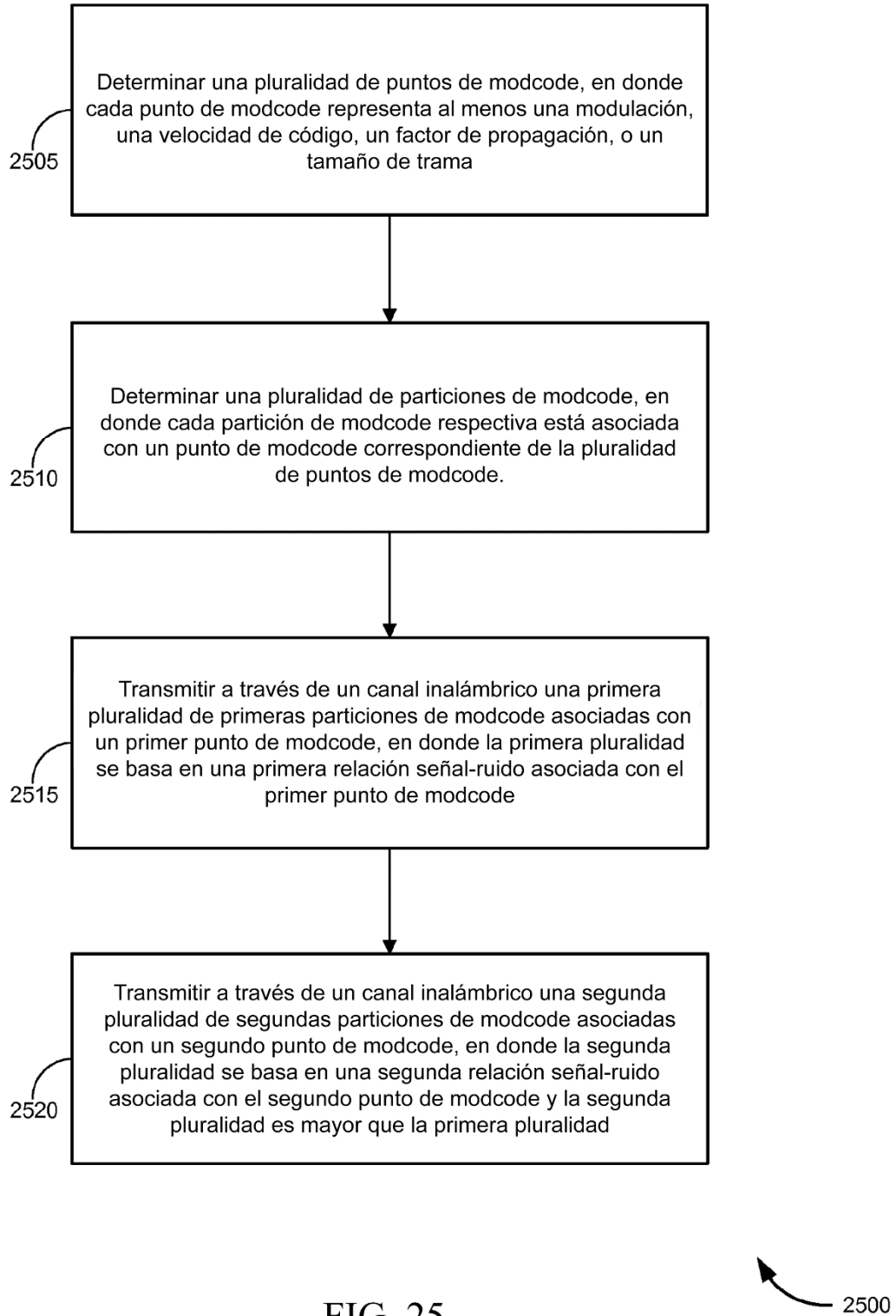


FIG. 25

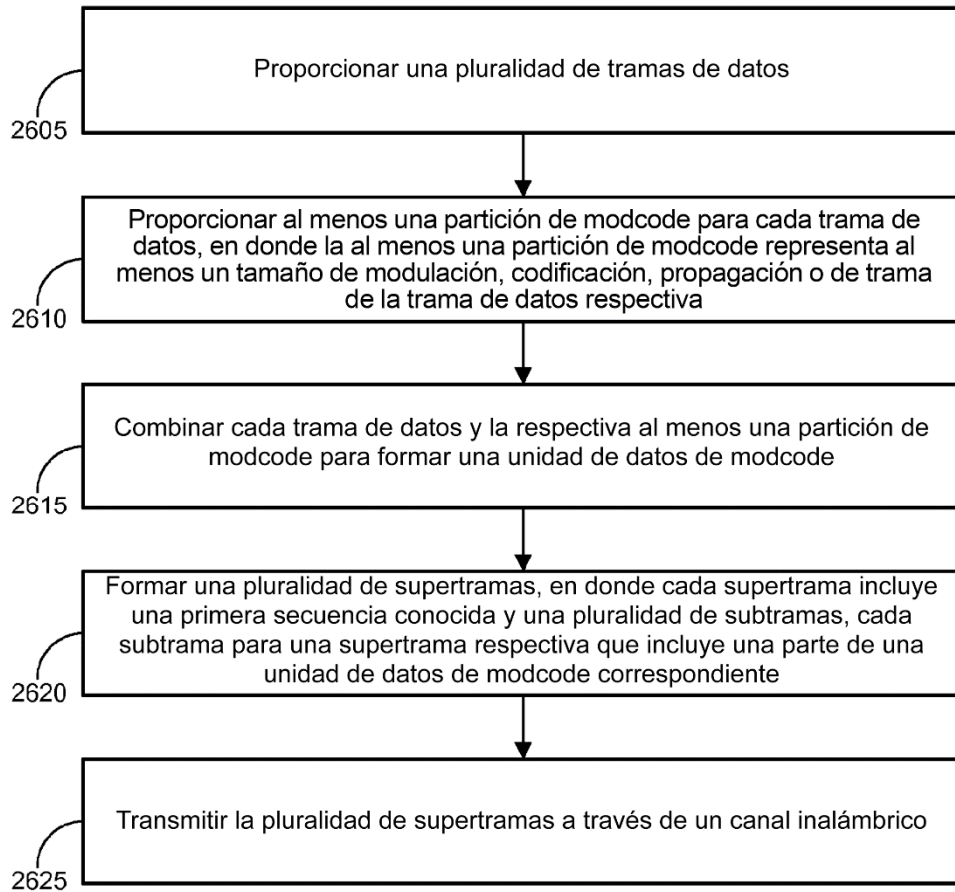


FIG. 26

2600