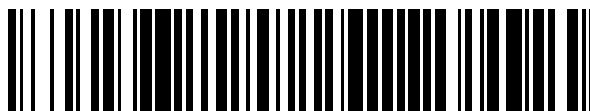


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 726 017**

51 Int. Cl.:

H04L 1/00 (2006.01)
H04B 7/185 (2006.01)
H04L 5/02 (2006.01)
H04L 27/00 (2006.01)
H04W 80/00 (2009.01)
H04L 12/863 (2013.01)
H04W 84/06 (2009.01)
H04W 72/12 (2009.01)
H04W 28/10 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.10.2006 PCT/US2006/043258**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **03.05.2007 WO07051079**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.10.2006 E 06827586 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2019 EP 1949584**

54 Título: **Codificación y modulación adaptativa para la transmisión de datos de banda ancha**

30 Prioridad:

28.10.2005 US 731122 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.10.2019

73 Titular/es:

**VIASAT, INC. (50.0%)
6155 El Camino Real Carlsbad
California 92009, US y
THESLING, WILLIAM H. (50.0%)**

72 Inventor/es:

THESLING, WILLIAM, H.

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 726 017 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

Codificación y modulación adaptativa para la transmisión de datos de banda ancha

5 La presente invención se refiere a las comunicaciones inalámbricas en general y, en particular, a la codificación y modulación adaptativa.

Los sistemas inalámbricos bidireccionales (como los de satélite) pueden beneficiarse del uso de una adaptive coding and modulation (codificación y modulación adaptativa - "ACM"). Mediante el uso de ACM, el formato de modulación y los códigos de Forward Error Correction (Corrección de errores sin canal de retorno - "FEC") para una señal pueden adaptarse para ajustarse mejor a las condiciones de enlace para cada usuario en un sistema de múltiples usuarios. Puede utilizarse un canal de retorno u otros medios para notificar las condiciones de un terminal de recepción. A menudo, estas condiciones de enlace se caracterizan por la relación de señal to noise ratio (señal a ruido - "SNR") del usuario (o del terminal) individual. En un sistema de radiodifusión, por ejemplo, la forma de onda radiodifundida a un número de usuarios incluye paquetes de datos designados únicamente para un terminal individual (o un grupo pequeño de terminales). Un mensaje transmitido a un usuario requiere menos símbolos (y, por lo tanto, menos tiempo) cuando se utiliza una modulación de orden superior y una velocidad de código superior. Una modulación de orden inferior y una velocidad de código inferior son más fiables pero requieren más tiempo para transmitir un mensaje del mismo tamaño. Mediante el uso de ACM, cada paquete puede transmitirse a un nivel optimizado de modulación y codificación ("ModCod") dadas las condiciones de enlace del terminal de destino.

El documento WO03/019805 A1 describe un método para aplicar una codificación adaptativa en la modulación en una señal de radiodifusión, pero con una flexibilidad operativa limitada en cuanto a la estructura de datos.

25 Los documentos WO01/10046 A2 y US-2002/118666 A1 describen, respectivamente, un método para firmar intervalos de tiempo de enlace descendente y un método para mapear una subtrama de enlace descendente de FDD/TDM/TDMA combinados si bien, de nuevo, la materia objeto de estos documentos está limitada en cuanto a su manipulación del contenido de trama.

30 Los canales inalámbricos pueden adolecer de unas condiciones de canal variables en el tiempo. Las señales que se desplazan en unas condiciones ambientales cambiantes pueden dispersarse, reflejarse y difractarse, causando unas condiciones de canal variables a lo largo del tiempo. Estos cambios pueden, por ejemplo, deberse al movimiento de los objetos o a unas condiciones meteorológicas cambiantes. Existe la necesidad de obtener nuevas formas de conformar y controlar el tráfico de datos de ACM de forma dinámica, de modo que el tráfico pueda transmitirse más eficientemente a terminales seleccionados.

Breve descripción de la invención

Se describe un proceso para construir tramas de capa física con una ModCod adaptada a la calidad de señal de un terminal de destino. Los paquetes de datos asignados a la misma ModCod se envían de forma general en la misma trama, aunque los paquetes asociados con ModCods superiores pueden utilizarse para completar una trama antes de conmutar a la ModCod superior aplicable para la construcción de tramas posteriores. Después de determinados intervalos de tiempo, se reinicia un orden de progresión con un paquete fuera de orden por encima de una antigüedad umbral. Pueden utilizarse mecanismos de filtrado de control de flujo y un margen de fiabilidad variable para adaptarse dinámicamente a las condiciones de tráfico de datos actuales.

En un conjunto de realizaciones, se usan colas de reenvío de paquetes para controlar el flujo de paquetes según ModCod. Cada cola se asigna a una ModCod distinta y, de ese modo, se asocia a un intervalo de calidad de señal. Los paquetes se colocan en una cola asociada a un intervalo de calidad de señal que abarca el enlace al que está destinado el paquete. En otro conjunto de realizaciones, los paquetes se asocian a elementos de una lista enlazada. En tales realizaciones, el flujo de paquetes se controla al iterar a través de la lista enlazada para identificar los paquetes dentro de intervalos de calidad de señal seleccionados. También se describen diversas configuraciones de dispositivo y de sistema para ejecutar los procesos anteriormente expuestos.

Breve descripción de las figuras

Puede lograrse una mayor comprensión de la naturaleza y ventajas de la presente invención haciendo referencia a las siguientes figuras. En las figuras adjuntas, componentes o características similares pueden tener la misma etiqueta de referencia. Además, pueden distinguirse diversos componentes del mismo tipo al ir la etiqueta de referencia seguida de un guión y una segunda etiqueta que distingue entre componentes similares. Si solo se utiliza la primera etiqueta de referencia en la memoria descriptiva, la descripción es aplicable a uno cualquiera de los componentes similares que tengan la misma primera etiqueta de referencia, independientemente de la segunda etiqueta de referencia.

La figura 1 ilustra un sistema de comunicaciones vía satélite en el que puede aplicarse una adaptive coding and modulation (codificación y modulación adaptativa - "ACM") según diversas realizaciones de la presente invención.

- La figura 2A ilustra un ejemplo de una tabla de ModCods que puede utilizarse para aplicar ACM según diversas realizaciones de la presente invención.
- 5 La figura 2B ilustra un ejemplo de una tabla de direcciones/SNR que puede utilizarse para aplicar ACM según diversas realizaciones de la presente invención.
- La figura 3 es un diagrama de bloques simplificado que ilustra un formato de entramado de DVB-S2 que puede utilizarse para aplicar ACM según diversas realizaciones de la presente invención.
- 10 La figura 4 es un diagrama de bloques simplificado que ilustra un dispositivo de comunicaciones configurado según diversas realizaciones de la presente invención.
- La figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra un formato de encapsulación y de transmisión de paquetes según diversas realizaciones de la presente invención.
- 15 La figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de control de flujo para la transmisión de paquetes según diversas realizaciones de la presente invención.
- La figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de control de flujo y de encapsulación de paquetes según diversas realizaciones de la presente invención.
- 20 La figura 8 es un diagrama de bloques simplificado que ilustra un dispositivo que incluye una unidad de puesta en cola configurada según diversas realizaciones de la presente invención.
- La figura 9 es un diagrama de bloques simplificado que ilustra un dispositivo de comunicaciones alternativo que incluye una unidad de puesta en cola configurada según diversas realizaciones de la presente invención.
- 25 La figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de puesta en cola según diversas realizaciones de la presente invención.
- 30 La figura 11 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de puesta en cola de control de flujo para la transmisión de paquetes según diversas realizaciones de la presente invención.
- La figura 12 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de puesta en cola de control de flujo alternativo para la transmisión de paquetes según diversas realizaciones de la presente invención.
- 35 La figura 13 es un diagrama de bloques simplificado que ilustra un dispositivo de comunicaciones configurado para utilizar una lista enlazada según diversas realizaciones de la presente invención.
- La figura 14 es un diagrama de bloques simplificado que ilustra un dispositivo de comunicaciones alternativo configurado para utilizar una lista enlazada según diversas realizaciones de la presente invención.
- 40 Las figuras 15A y 15B son diagramas de bloques que ilustran el uso de una lista enlazada según diversas realizaciones de la presente invención.
- 45 La figura 16 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de control de flujo utilizando una lista enlazada según diversas realizaciones de la presente invención.
- La figura 17 es un diagrama de flujo que ilustra una iteración a través de una lista enlazada en la que los elementos se enlazan según diversas realizaciones de la presente invención.
- 50 La figura 18 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso alternativo para una iteración a través de una lista enlazada en la que los elementos se enlazan según diversas realizaciones de la presente invención.
- La figura 19 es un diagrama de bloques simplificado que ilustra un dispositivo de comunicaciones configurado para variar un margen de fiabilidad según diversas realizaciones de la presente invención.
- 55 La figura 20 es una representación lineal de un número de intervalos de calidad de señal variable para su uso según diversas realizaciones de la presente invención.
- 60 La figura 21 es un diagrama de flujo que ilustra un margen de fiabilidad variable configurado según diversas realizaciones de la presente invención.
- La figura 22 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso alternativo para modificar un margen de fiabilidad configurado según diversas realizaciones de la presente invención.
- 65

Descripción detallada de la invención

Esta descripción proporciona únicamente realizaciones ilustrativas y no pretende limitar el alcance, la aplicabilidad o la configuración de la invención. Más bien, la descripción consiguiente de las realizaciones proporcionará a los expertos en la técnica una descripción que permita aplicar realizaciones de la invención. Pueden hacerse diversos cambios en la función y disposición de los elementos sin abandonar el ámbito de la invención, según se define en las reivindicaciones adjuntas. Pueden combinarse de forma similar distintos aspectos y elementos de las realizaciones.

Por lo tanto, diversas realizaciones pueden omitir, sustituir o agregar diversos procedimientos o componentes según proceda. Además, las características descritas con respecto a determinadas realizaciones pueden combinarse en diversas otras realizaciones. Debe apreciarse también que los siguientes sistemas, métodos y software pueden ser un componente de un sistema más grande, en donde otros procedimientos pueden tener prioridad sobre su aplicación, o de otro modo modificarla. Además es posible que sean necesarias varias etapas antes de, después de, o simultáneamente con, las realizaciones que siguen. A lo largo de la descripción, cualquier referencia a las realizaciones que no se encuentren dentro del alcance de las reivindicaciones deben considerarse ejemplos relacionados útiles para comprender la invención.

Se describen sistemas, métodos, dispositivos y software novedosos para conformar y controlar el tráfico de datos en un sistema de ACM. La **figura 1** es un diagrama de bloques que ilustra un sistema 100 de comunicaciones vía satélite ilustrativo configurado según diversas realizaciones de la invención. Si bien se utiliza un sistema de comunicaciones vía satélite para ilustrar diversos aspectos de la invención, cabe mencionar que determinados principios expuestos en la presente memoria también son aplicables a una diversidad de otros sistemas inalámbricos. El sistema 100 de comunicaciones vía satélite incluye una red 120, tal como Internet, interconectada con una puerta 115 de enlace que está configurada para comunicarse con uno o más terminales 130 de abonado a través de un satélite 105.

La red 120 puede ser cualquier tipo de red y puede incluir, por ejemplo, Internet, una red IP, una intranet, una red de área local o extensa, una red virtual privada, la Public Switched Telephone Network (Red Telefónica Pública Conmutada - "PSTN") o cualquier otro tipo de red que soporte una comunicación de datos entre los dispositivos descritos en la presente memoria, en diferentes realizaciones. Una red 120 puede incluir tanto conexiones cableadas como inalámbricas, incluidos enlaces ópticos. La red 120 también puede transmitir información sobre las condiciones de enlace para uno o más terminales de abonado a la puerta 115 de enlace. 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 abonado. La puerta 115 de enlace puede configurarse para recibir datos e información dirigidos a uno o más terminales 130 de abonado, y puede dar formato a los datos y la información (p. ej., utilizando ACM) para su suministro al terminal 130 de destino respectivo a través del satélite 105. De forma similar, la puerta 115 de enlace puede configurarse para recibir señales en sentido ascendente desde el satélite 105 (p. ej., desde uno o más terminales de abonado) dirigidas a un destino en la red 120 y puede dar formato a las señales recibidas para la transmisión a lo largo de la red 120.

Un dispositivo (no mostrado) conectado a la red 120 puede comunicarse con uno o más terminales de abonado y a través de la puerta 115 de enlace. Pueden enviarse datos e información, por ejemplo, datagramas IP, desde un dispositivo en la red 120 a la puerta 115 de enlace. La puerta 115 de enlace puede dar formato a una trama de Medium Access Control (Control de Acceso a Medios - MAC) según una definición de capa física para su transmisión al satélite 105. Puede utilizarse una diversidad de técnicas de modulación y codificación de la transmisión de capa física con determinadas realizaciones de la invención, incluidas las definidas con las normas DVB-S2 y WiMAX. En una serie de realizaciones, la puerta 115 de enlace utiliza ACM junto con una o más de las técnicas de control y conformación de tráfico descritas en la presente memoria para dirigir el tráfico a los terminales individuales. La puerta 115 de enlace puede utilizar una señal de difusión, con un formato de modulación y codificación ("ModCod") adaptado para cada paquete a las condiciones de enlace del terminal 130 o el conjunto de terminales 130 a los que se dirige el paquete (p. ej., para dar cuenta de las condiciones variables del enlace de servicio 150 desde el satélite 105 a cada terminal 130 respectivo).

La puerta 115 de enlace puede utilizar una antena 110 para transmitir las señales al satélite 105. En una realización, la antena 110 comprende un reflector parabólico con alta direccionalidad en la dirección del satélite y baja direccionalidad en otras direcciones. La antena 110 puede aplicarse en una diversidad de configuraciones alternativas. Las señales en sentido descendente pueden incluir, por ejemplo, un número de señales portadoras individuales. Cada señal portadora de señal puede dividirse (p. ej., utilizando TDMA) en un número de canales virtuales. Los canales virtuales pueden ser del mismo tamaño o de tamaños distintos. En otras realizaciones, pueden utilizarse otros esquemas de canalización tales como Frequency Division Multiple Access (Acceso Múltiple por División en Frecuencia - FDMA), Orthogonal Frequency Division Multiple Access (Acceso Múltiple por División en Frecuencia Ortogonal - OFDMA), 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 desde la ubicación de la antena 110 y dentro de la banda de frecuencia y la polarización específica transmitida. El satélite 105 puede

procesar las señales recibidas desde la puerta 115 de enlace y reenviar la señal desde la puerta 115 de enlace que contiene la trama MAC a uno o más terminales 130 de abonado. En una realización, el satélite 105 funciona en modo multihaz, transmitiendo un número de haces estrechos, dirigido cada uno de ellos a una región distinta de la Tierra, lo que permite la reutilización de frecuencias. Este satélite 105 está configurado como satélite “transparente”, en donde el satélite puede convertir en frecuencia las señales portadoras recibidas antes de retransmitir estas señales a su destino, si bien realizando, por lo demás, poco o ningún otro procesamiento sobre el contenido de las señales. El satélite 105 puede utilizar una diversidad de técnicas de modulación y codificación de la transmisión de capa física, según determinadas realizaciones de la invención, incluyendo las definidas con las normas 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 150 transmitidas desde el satélite 105 pueden ser recibidas por uno o más terminales 130 de abonado, a través de la antena 125 de abonado respectiva. Los terminales 130 de abonado pueden recibir las señales desde el satélite 105 bajo unas condiciones de enlace muy diversas. En una realización, la antena 125 y el terminal 130 comprenden juntos un very small aperture terminal (terminal de apertura muy pequeña - VSAT). En otras realizaciones, puede utilizarse una diversidad de otros tipos de antenas 125 en el terminal 130 de abonado para recibir una señal. Cada uno de los terminales 130 de abonado puede comprender un único terminal de usuario o, de forma alternativa, un concentrador o enrutador (no ilustrado) que se acopla a múltiples terminales de usuario. Cada terminal 130 de abonado puede conectarse a consumer premises equipment (equipos locales 160 de clientes - CPE) que comprenden, por ejemplo, ordenadores, redes de área local, dispositivos de Internet, redes inalámbricas, etc.

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

Un terminal 130 de abonado puede transmitir información relacionada con la calidad de señal a la puerta 115 de enlace a través del satélite 105. La calidad de señal puede ser una relación de señal a ruido medida, una relación de señal a ruido estimada, una tasa de error de bits, un nivel de potencia recibida o cualquier otro indicador de calidad de enlace de comunicación. El propio terminal de abonado puede medir o estimar la calidad de señal, o puede pasar información medida o estimada por otros dispositivos. Un terminal de abonado puede transmitir también datos e información a un destino de red 120 a través del satélite 105 y la puerta 115 de enlace. El terminal 130 de abonado transmite las señales a través del enlace 145 ascendente en sentido ascendente al satélite 105 mediante el uso de la antena 125. Un terminal 130 de abonado puede transmitir las señales según una diversidad de técnicas de modulación y codificación de la transmisión de capa física, incluidas las definidas con las normas DVB-S2 y WiMAX. En diversas realizaciones, las técnicas de capa física pueden ser las mismas para cada uno de los enlaces 135, 140, 145, 150, o pueden ser diferentes.

Haciendo referencia a la **figura 2A**, un ejemplo de una tabla 200 de ModCods se ilustra en forma de diagrama de bloques. Esta forma de la tabla 200 de ModCods puede ser utilizada, por ejemplo, por una puerta 115 de enlace para determinar la ModCod que va a utilizarse para los paquetes destinados a un terminal de abonado que funciona en un intervalo de calidad de señal determinado. La tabla contiene una columna que enumera varios formatos 205 de ModCod. Cada formato 205 de ModCod corresponde a un intervalo 210 de calidad de señal especificado. Por lo tanto, utilizando la calidad de señal atribuida a un enlace de destino para un paquete, puede identificarse un intervalo 210 de calidad de señal que abarca el enlace y puede seleccionarse la ModCod apropiada. Por ejemplo, si un enlace de destino tiene una calidad de señal dentro del Intervalo 7, puede usarse la ModCod QPSK 3/4. En algunas realizaciones, uno o más de los intervalos pueden incluir un margen de fiabilidad (lo que puede ser ventajoso cuando las condiciones del canal están cambiando rápidamente, por ejemplo). Uno o más de los intervalos pueden modificarse dinámicamente para ajustar también este margen de fiabilidad.

En otras realizaciones pueden utilizarse otros indicadores de calidad de señal, tales como una relación de señal a ruido medida, una relación de señal a ruido estimada, una tasa de error de bits, un nivel de potencia recibida o cualquier otro indicador de calidad de enlace de comunicación. Cabe señalar además que también pueden utilizarse varias otras estructuras de datos para relacionar los intervalos de calidad de señal con las ModCod. En una realización, cada calidad de señal está asociada a una cola de reenvío de paquetes distinta. En otras realizaciones adicionales, pueden añadirse otros parámetros de densidad de información además de los cambios de ModCod para adaptar de forma adicional una señal a las condiciones ambientales o a otras condiciones.

Pasando a la **figura 2B**, se ilustra un ejemplo de una tabla 250 de direcciones/SNR en forma de diagrama de bloques. Esta forma de tabla 250 de direcciones/SNR puede ser utilizada, por ejemplo, por una puerta 115 de

enlace para consultar la calidad 260 de señal de un terminal 130 de abonado al que está destinado un paquete, basándose en la dirección 255 de destino. En las tablas en las figuras 2B y 2C pueden incorporarse en una o más memorias, que pueden estar o bien en, o bien fuera, de un chip, y pueden utilizarse una junto a otra para correlacionar una dirección MAC con un formato de ModCod particular.

5 Aunque en este ejemplo se usa una dirección MAC de destino, pueden utilizarse otros mecanismos para identificar terminales de abonado particulares, incluyendo una ID de VLAN de destino, una dirección del Destination Internet Protocol (Protocolo de Internet de destino - "DIP"), una ID de direccionamiento privada o cualquier otro conjunto de datos que comprenda, o esté correlacionado de cualquier otra forma con, una dirección
10 de destino. La dirección de datos puede analizarse a partir de un paquete de datos recibido después de su llegada a un dispositivo, o puede recibirse de cualquier otra forma conocida en la técnica. También cabe señalar que también pueden utilizarse varias otras estructuras de datos para relacionar una dirección con la calidad de señal.

15 Una vez identificada una ModCod para un paquete o paquetes determinados, por ejemplo utilizando la tabla 200 de ModCods, este puede encapsularse, codificarse, mapearse y transmitirse de una diversidad de formas, como es conocido en la técnica. Una forma de aplicar la ACM es mediante la norma DVB-S2, que prevé específicamente su uso. Como se ha indicado anteriormente, la ACM puede cambiar el formato de modulación y los códigos de Forward Error Correction (Corrección de errores sin canal de retorno - FEC) ("ModCods") para adaptarse mejor a las
20 condiciones del enlace actual. Esta adaptación puede producirse trama a trama. La explicación que sigue asume una red de paquetes basada en IP en el contexto de un sistema de transmisión vía satélite DVB-S2, si bien los conceptos pueden aplicarse para una diversidad de sistemas, incluidos los sistemas que aplican DOCSIS o WIMAX.

25 Pasando a la **figura 3**, se expone el formato 300 de entramado para una trama de un sistema DVB-S2 para ilustrar diversos aspectos de la invención. En una realización, cada trama se radiodifunde a todos los terminales 130, pero solo está dirigida a un terminal 130 de abonado seleccionado (o a grupos pequeños de terminales 130). Por ejemplo, la forma de onda puede ser una forma de onda de una única portadora transmitida en sentido descendente desde una puerta 115 de enlace a un terminal 130 de abonado en el sistema 100 de la figura 1. Como se ha mencionado anteriormente, aunque el sistema DVB-S2 se utiliza como un ejemplo, los principios
30 especificados en la presente memoria son aplicables a una gama de sistemas.

En esta realización, una trama 320 de banda base está formada por un encabezamiento 305 de banda base, un campo 310 de datos y un relleno 315. Los datos en el campo de datos pueden incluir uno o más paquetes IP encapsulados en una trama MAC, o también pueden incluir otros tipos de datos. El campo de datos puede incluir una información de
35 direccionamiento (por ejemplo, dirección IP, dirección MAC, etc.) que indique el terminal o terminales a los que se dirigirá el paquete. En algunas realizaciones, los paquetes IP asociados con distintas ModCods pueden transmitirse en la misma trama 320 de banda base, según la ModCod de orden inferior. La especificación DVB-S2 prevé que determinadas tramas sean de tamaño fijo independientemente de la ModCod utilizada (es decir, una trama FEC normal es de 64.800 bits, y una trama FEC acortada es de 16.200 bits). Por lo tanto, en lugar de simplemente rellenar una trama cuando hay espacio
40 adicional disponible y ningún otro paquete restante asociado a una ModCod actual, puede insertarse un paquete de datos (o un fragmento del mismo) asociado a una ModCod de orden superior en la trama de banda base. En una realización, el espacio disponible se rellena con cuantos paquetes de datos adicionales quepan sin desbordamiento.

45 Seguidamente puede realizarse un entrelazado y una codificación FEC (p. ej., BCH y LDPC) en la trama 320 de banda base para producir una trama 325 de banda base codificada, y se adjuntan unos bits 330 de paridad de codificación exteriores y unos bits 335 de paridad de codificación interiores para producir una trama FEC 340. Aunque, como se ha mencionado anteriormente, la especificación DVB-S2 prevé que la trama FEC 340 será de un tamaño fijo, en otras realizaciones, el tamaño de la trama FEC 340 puede variar según la ModCod
50 seleccionada para la trama, para producir así unas tramas de una duración uniforme en el tiempo.

La trama FEC 340 se correlaciona bit a bit con la constelación aplicable (por ejemplo, QPSK, 8PSK, 16APSK, 32APSK), para producir una trama XFEC 345 formada por símbolos representativos del contenido de la trama. Se agrega un encabezamiento 350 de PL a la trama XFEC 345, formando juntos la trama PL 365. El encabezamiento de PL 350 está formado por un intervalo 355 de start of frame (comienzo de la trama - SOF) de 26 símbolos, y un
55 intervalo 360 de ModCod (MODCOD) de 64 símbolos que especifica la ModCod y el tamaño (es decir, si es una trama FEC normal o acortada). El encabezamiento de PL 350 está codificado. A la trama PL 365 se le aplica entonces una conformación de banda base y una modulación en cuadratura, así como una amplificación y una conversión elevadora para transmitirse en sentido descendente.

60 Haciendo referencia a la **figura 4**, un diagrama de bloques simplificado ilustra un ejemplo de un dispositivo 400 configurado según diversas realizaciones de la invención. En una realización, el dispositivo 400 es la puerta 115 de enlace de la figura 1, que transmite paquetes en sentido descendente con ModCods adaptadas al enlace al que se dirigen los paquetes. En otras realizaciones, el dispositivo 400 puede utilizarse en cualquier número de aplicaciones de ACM distintas.

65

En esta realización, el dispositivo 400 incluye una unidad 405 de clasificación y una unidad 410 de transmisión. En algunas realizaciones, la unidad 410 de transmisión está formada por una unidad 415 de encapsulación, una unidad 420 de modulación y codificación y un transmisor 425. Estos componentes (405, 410, 415, 420 y 425) pueden aplicarse, total o parcialmente, en hardware. Por lo tanto, pueden comprender uno o más Application Specific Integrated Circuits (Circuitos integrados específicos de aplicación - ASIC) adaptados para realizar un subconjunto de las funciones aplicables en hardware. De forma alternativa, las funciones pueden realizarse mediante otras una o más unidades de procesamiento (o núcleos), en uno o más circuitos integrados. En otras realizaciones pueden utilizarse otros tipos de circuitos integrados (p. ej., ASIC estructurados/de plataforma, Field Programmable Gate Arrays (Conjuntos de puertas programables en campo - FPGA) y otros CI semipersonalizados), que pueden programarse de cualquier forma conocida en la técnica. Cada una también puede aplicarse, total o parcialmente, con instrucciones incorporadas a un medio legible por ordenador, a las que se da formato para ser ejecutadas por uno o más procesadores generales o de aplicación específica. Por lo tanto, el dispositivo 400 puede incluir distintos tipos y configuraciones de memoria (no mostrados) que pueden integrarse en el hardware o pueden ser uno o más componentes separados.

Para la explicación, asumamos que el dispositivo 400 es una puerta 115 de enlace dentro del sistema 100 de la figura 1. En una realización, el sistema 100 se aplica en una configuración en estrella en donde cada terminal 130 se comunica con el dispositivo 400, recibiendo una señal de radiodifusión de banda ancha y buscando la forma de onda para los datos destinados a dicho terminal 130. Cada terminal 130 estima la SNR de la señal recibida, aunque en otras realizaciones pueden utilizarse diferentes métricas de calidad de señal. Esta información se incluye en el trayecto de retorno, que puede establecerse mediante un enlace satelital o algún otro medio. En otras realizaciones, el dispositivo 400 también puede recibir los datos de calidad de señal de enlace de otras fuentes. El dispositivo 400 tiene entonces una estimación de SNR para cada terminal (por ejemplo, la tabla 250 de direcciones/SNR de la figura 2B) y puede organizar estos datos en una o más memorias, que pueden aplicarse en hardware, en un medio legible por ordenador separado, o de forma externa al dispositivo 400.

Pasando ahora al flujo de paquetes, antes de ser recibido por el dispositivo 400, un paquete de datos puede desplazarse a través de un enrutador de tipo Clase de Servicio/Calidad de Servicio (no se muestra), que puede adjuntar varios campos de paquete de datos de información. Estos campos pueden incluir la dirección MAC del terminal de destino, un campo de contador y un campo de indicación de tiempo. También pueden integrarse en el dispositivo cualquiera de estas funcionalidades.

La unidad 405 de clasificación está configurada para asignar dinámicamente una ModCod distinta a cada paquete de datos después de que cada paquete sea recibido por el dispositivo. Esta asignación se basa, al menos en parte, en una calidad de señal de un enlace al que está destinado el paquete respectivo. La unidad 405 de clasificación está configurada para usar la dirección MAC, junto con la estimación de SNR, para identificar una ModCod para su uso para comunicarse con un terminal 130. Para ello, la unidad 405 de clasificación puede producir, o acceder de cualquier otra forma a, una tabla 200 de ModCods, u otro mecanismo que correlaciona determinados intervalos de estimación de SNR con diferentes ModCods.

Una unidad 410 de transmisión, conectada directa o indirectamente con la unidad 405 de clasificación, está configurada para transmitir los paquetes clasificados según un orden de progresión definido, y para producir una salida 430 de señal de radiodifusión. En una realización, el orden de progresión definido comprende transmitir cada paquete de datos recibido asociado a una primera ModCod (quizá en secuencia del más antiguo al más nuevo), antes de incrementar a una siguiente ModCod de orden superior y transmitir cada paquete de datos recibido asociado a una siguiente ModCod de orden superior (quizá en secuencia del más antiguo al más nuevo), e incrementar en consecuencia a la ModCod de orden más alto. El proceso se repite a continuación comenzando por la ModCod de orden más bajo. Obsérvese, sin embargo, que la expresión "orden de progresión definido" puede incluir cualquier algoritmo de selección de reenvío de paquetes o de control de flujo conocido en la técnica. Por ejemplo, un orden de progresión definido puede abarcar cualquiera de una serie de esquemas de puesta en cola que pueden ordenar y dar formato a los paquetes para su reenvío basándose en la ModCod, la dirección de destino, el orden recibido, la antigüedad, etc.

En una realización, el orden de progresión definido se interrumpe al expirar un temporizador (en lo sucesivo en la presente memoria, "temporizador de interrupción"), y se identifica un paquete fuera de orden que supera una antigüedad umbral. El intervalo de temporizador de interrupción en una realización es de 10 ms, pero es posible una diversidad de otros intervalos. Para cada intervalo de tiempo de 10 ms, pueden construirse varias tramas, y será objeto de seguimiento el tiempo real requerido para transmitir estas tramas. Esto puede lograrse totalizando el número de símbolos necesarios para transmitir las tramas de capa física. Una vez creadas suficientes tramas de forma que se requieran más de 10 ms para transmitir las, el temporizador expira. Son posibles varios otros cálculos del temporizador, como es evidente para los expertos en la técnica.

En una realización, el paquete identificado es el paquete recibido más antiguo aún no transmitido (es decir, la antigüedad umbral es la antigüedad del segundo paquete más antiguo). A continuación se transmite el paquete identificado, y el orden de progresión definido puede reiniciarse desde el paquete más antiguo. En otra realización, todos los paquetes por encima de una segunda antigüedad umbral se envían antes de que se reinicie el orden de progresión.

El dispositivo 400 puede controlar otras modificaciones de flujo cuando el paquete más antiguo identificado está por encima de determinadas antigüedades umbral. Por ejemplo, si el paquete identificado supera una primera antigüedad umbral (p. ej., 50 ms), la unidad 405 de clasificación puede configurarse adicionalmente para permitir que entren los paquetes de datos asociados a una calidad o clase de servicio umbral, mientras que otros se bloquean. Si el paquete identificado supera una segunda antigüedad umbral (p. ej., 80 ms), la unidad 405 de clasificación puede configurarse además para bloquear todos los paquetes entrantes hasta que expire otro periodo del temporizador. En otra realización, la unidad 410 de transmisión está configurada además para variar el periodo del temporizador basándose al menos en parte en los cambios en la antigüedad del paquete más antiguo identificado (p. ej., reduciendo el periodo del temporizador si aumenta la antigüedad del paquete más antiguo). Aunque estos cambios pueden asociarse con la antigüedad del paquete identificado más antiguo (p. ej., medida por la diferencia entre la identificación de tiempo y la transmisión), pueden utilizarse otras mediciones de latencia y de flujo de tráfico para modificar estos parámetros.

En otra realización, la unidad 405 de clasificación está configurada para variar un intervalo de calidad de señal asociado a una o más ModCods para modificar un datos de margen de fiabilidad para los paquetes destinados a un enlace dentro del intervalo de calidad de señal modificado. Por ejemplo, la unidad de clasificación puede configurarse para aumentar el margen de fiabilidad cuando el tráfico es ligero y disminuir el margen de fiabilidad cuando el tráfico es pesado. Este ajuste puede realizarse, por ejemplo, basándose en la antigüedad del paquete más antiguo identificado al expirar el temporizador (p. ej., si $T_0 > 60$ ms, establecer el margen en 1 dB; si $60 \text{ ms} > T_0 \geq 40$ ms, establecer el margen en 2 dB; si $40 \text{ ms} > T_0$, establecer el margen en 3 dB).

En algunas realizaciones, el orden de progresión definido puede incluir tener la unidad 405 de clasificación configurada para agrupar los paquetes de datos asociados con diferentes ModCods para su encapsulación en una trama que se va a transmitir según una ModCod de orden más bajo de las diferentes ModCods, produciéndose la agrupación cuando no haya otro paquete de datos restante que esté asociado a la ModCod de orden más bajo. Por ejemplo, cuando hay espacio adicional disponible en una trama 320 de banda base y ningún otro paquete restante está asociado a una ModCod actual, puede insertarse un paquete de datos (o un fragmento del mismo) asociado a una siguiente ModCod de orden superior en la trama 320 de banda base.

Para rellenar el espacio adicional, un paquete de orden superior puede fragmentarse, por ejemplo, en un primer fragmento y un segundo fragmento. En una realización de ese tipo, el primer fragmento puede dimensionarse para llenar el espacio disponible y transmitirse en la primera trama según la ModCod de orden inferior. El segundo fragmento puede transmitirse entonces en una trama siguiente según la ModCod superior.

En tales realizaciones, la unidad 410 de transmisión puede incluir una unidad 415 de encapsulación. La unidad 415 de encapsulación puede configurarse para encapsular en una trama (p. ej., una única trama 320 de banda base) uno o más paquetes asociados a una ModCod de orden inferior y uno o más paquetes adicionales asociados a una ModCod de orden superior. La unidad 410 de transmisión también incluye una unidad 420 de modulación y codificación configurada para codificar y mapear la trama según la ModCod de orden inferior (p. ej., para producir la trama XFEC 345). Un transmisor 425 puede aplicar una conformación de banda base y una modulación en cuadratura a la trama, así como una amplificación y una conversión elevadora a la señal, para producir una salida de señal de radiodifusión.

La **figura 5** es un diagrama de flujo que ilustra un proceso 500 de aplicación de una codificación y modulación adaptativa en una señal de radiodifusión. El proceso puede ser realizado, por ejemplo, total o parcialmente por el dispositivo 400 de la figura 4. En el bloque 505, se asocia una primera ModCod a un primer intervalo de calidad de señal. En el bloque 510, una segunda ModCod de orden superior se asocia a un segundo intervalo de calidad de señal de mejor calidad.

En el bloque 515 se reciben un primer paquete de datos destinado a un primer enlace dentro del primer intervalo de calidad de señal y un segundo paquete de datos destinado a un segundo enlace dentro del segundo intervalo de calidad de señal. En el bloque 520, el primer paquete de datos y al menos una parte del segundo paquete de datos se encapsulan en una única trama. En el bloque 525, la primera trama se transmite en la señal de radiodifusión según la primera ModCod.

La **figura 6** es un diagrama de flujo que ilustra un proceso 600 para controlar el flujo del tráfico de datos en una señal de radiodifusión aplicando una codificación y modulación adaptativa. El proceso puede ser realizado, por ejemplo, total o parcialmente por el dispositivo 400 de la figura 4. En el bloque 605, una ModCod se asigna dinámicamente a cada uno de un número de paquetes de datos basándose en una calidad de señal de un enlace al que está destinado cada paquete respectivo. En el bloque 610, cada paquete de datos se asocia a una indicación de tiempo. En el bloque 615, algunos de los paquetes de datos recibidos se transmiten según un orden de progresión definido. En el bloque 620, el orden de progresión definido se interrumpe al expirar un temporizador, y un paquete fuera de orden se transmite con una indicación de tiempo que supera una antigüedad umbral.

La **figura 7** es un diagrama de flujo que ilustra un proceso 700 para controlar el flujo del tráfico de datos en una señal de radiodifusión aplicando una codificación y modulación adaptativa. El proceso puede ser realizado, por ejemplo, total o parcialmente por el dispositivo 400 de la figura 4. En el bloque 705, diversas ModCods se asocian a distintos intervalos de calidad de señal, incluyendo los intervalos de calidad de señal un margen de fiabilidad. En el bloque 710, se asigna una ModCod a cada uno de un número de paquetes de datos basándose en una

calidad de señal de un enlace al que está destinado cada paquete respectivo. En el bloque 715, se asocia una indicación de tiempo a cada uno de los paquetes de datos.

5 En el bloque 720, algunos de los paquetes de datos se transmiten según un orden de progresión definido, previendo el orden que unos paquetes de datos asignados a diferentes ModCods se transmitan en una única trama según la ModCod de orden inferior. En el bloque 725, al expirar un temporizador, el orden de progresión definido se interrumpe para transmitir un paquete más antiguo. En el bloque 730, el orden de progresión definido se reinicia desde el paquete más antiguo.

10 En el bloque 735, se determina una medida de latencia asociada con la transmisión (por ejemplo, basándose en la antigüedad del paquete más antiguo transmitido, o utilizando otras características de latencia o flujo). En el bloque 740, se varía al menos uno de los intervalos de calidad de señal asociados a las ModCods para modificar el margen de fiabilidad, basada la variación al menos en parte en la medida de latencia. En el bloque 745, el periodo del temporizador se varía basándose al menos en parte en la medida de latencia. En el bloque 750, solo se permiten paquetes con determinadas características de clase o calidad de servicio, mientras que otros se bloquean, basándose al menos en parte en las características del paquete más antiguo. A continuación, el proceso puede reiniciarse desde el bloque 710.

20 Haciendo referencia a continuación a la **figura 8**, un diagrama de bloques simplificado ilustra un ejemplo de un dispositivo 800 de puesta en cola configurado para poner en cola y transmitir paquetes según su ModCod. En una realización, el dispositivo 800 de puesta en cola puede ser el dispositivo 400 descrito en relación con la figura 4, que aplica una modulación y codificación adaptativa utilizando el proceso de puesta en cola descrito más adelante.

25 El dispositivo 800 en esta realización incluye una unidad 805 de puesta en cola, un número de colas 810 de reenvío de paquetes y una unidad 815 de transmisión. Estos componentes (805, 810 y 815) pueden estar en comunicación entre sí, y pueden aplicarse, total o parcialmente, en hardware. Por lo tanto, pueden comprender uno o más Application Specific Integrated Circuits (Circuitos integrados específicos de aplicación - ASIC) adaptados para realizar un subconjunto de las funciones aplicables en hardware. De forma alternativa, las funciones pueden realizarse mediante otras una o más unidades de procesamiento (o núcleos), en uno o más circuitos integrados. En otras realizaciones, pueden usarse otros tipos de circuitos integrados (p. ej., ASIC estructurados/de plataforma, Field Programmable Gate Arrays (Conjuntos de puertas programables en campo - FPGA) y otros CI semipersonalizados), que pueden programarse de cualquier forma conocida en la técnica. Cada una también puede aplicarse, total o parcialmente, con instrucciones incorporadas a un medio legible por ordenador, a las que se da formato para ser ejecutadas por uno o más procesadores generales o de aplicación específica. Las colas 810 pueden incorporarse a una o más memorias, que pueden estar o bien en, o fuera de, un chip.

35 Para la explicación, asumamos que el dispositivo 800 es una puerta 115 de enlace dentro del sistema 100 de la figura 1. Sin embargo, obsérvese que, en otras realizaciones, el dispositivo 800 puede utilizarse en cualquier número de aplicaciones de ACM distintas. En una realización, el sistema 100 se aplica en una configuración en estrella en donde cada terminal 130 se comunica con el dispositivo 800, recibiendo una señal de radiodifusión de banda ancha y buscando la forma de onda para los datos destinados a ese terminal 130. Cada terminal 130 puede calcular la calidad de señal del enlace de servicio mediante el uso de una cualquiera de una diversidad de métricas, y transmitir la estimación al dispositivo de puesta en cola a través del trayecto de retorno. En otras realizaciones, el dispositivo 800 puede recibir también los datos de calidad de señal de enlace de otras fuentes. El dispositivo 800 tiene entonces una estimación de señal de recepción para cada terminal (p. ej., la tabla 250 de direcciones/SNR de la figura 2B), y puede organizar estos datos en una o más memorias, que pueden aplicarse en hardware, de un medio legible por ordenador separado, o de forma externa al dispositivo 800.

50 Pasando ahora al flujo de paquetes, un paquete de datos procedente de una fuente de datos puede ser recibido por el dispositivo 800 de puesta en cola. El dispositivo 800 de puesta en cola incluye un número de colas 810 de reenvío de paquetes individuales, cada una asignada a una ModCod distinta y asociada a un intervalo seleccionado de una serie de intervalos de calidad de señal. Después de entrar en el dispositivo, cada paquete respectivo es recibido por una unidad 805 de puesta en cola configurada para poner el paquete en una cola seleccionada de una de las colas 810 de reenvío de paquetes. La cola particular seleccionada se basa en su asociación a un intervalo de calidad de señal que abarca una calidad de señal de un enlace al que está destinado el paquete respectivo. Para hacer esta asignación, la unidad 805 de puesta en cola puede producir, o acceder de cualquier otra forma, a una tabla 200 de ModCods, o a otros mecanismos que correlacionan determinados intervalos de estimación de calidad de señal con distintas ModCods. Al poner en cola los paquetes a medida que llegan, la unidad 805 de puesta en cola es capaz de ordenar los paquetes en las colas 810 del más antiguo al más nuevo. Por lo tanto, las colas 810 pueden ser memorias intermedias FIFO, de forma que los paquetes en cada cola están en orden de tiempo. (Cabe señalar que, en algunas realizaciones, la unidad 405 de clasificación de la figura 4 puede aplicarse como la unidad 805 de puesta en cola de la figura 8).

65 Una unidad 815 de transmisión, conectada directa o indirectamente con las colas 810 de reenvío de paquetes, está configurada para transmitir los paquetes según un orden de progresión definido, y para producir una salida 820 de señal de radiodifusión. En una realización, el orden de progresión definido comprende transmitir cada paquete de datos recibido en una cola de reenvío dada asociada con una primera ModCod (p. ej., en secuencia del más antiguo al más nuevo), antes de incrementar a la cola 810 asociada con una siguiente ModCod de orden superior y transmitir cada paquete de

datos recibido asociada a una siguiente ModCod de orden superior (de nuevo, quizás en secuencia del más antiguo al más nuevo), e incrementar en consecuencia a la cola 810 con la ModCod de orden más alto. Una vez vaciada la cola con la ModCod de orden más alto, el proceso se repite a continuación comenzando por la cola 810 asociada con la ModCod de orden más bajo. Obsérvese que, en una realización, el orden de progresión definido puede prever la transmisión de al menos un paquete de datos desde una primera cola seleccionada y un paquete de datos, o fragmento, desde una segunda cola seleccionada en una única trama según una ModCod de orden inferior. Por ejemplo, cuando hay espacio adicional disponible en una trama 320 de banda base y ningún otro paquete restante está asociado a una ModCod actual, puede insertarse un paquete de datos (o un fragmento del mismo) asociado a una siguiente ModCod de orden superior en la trama 320 de banda base. Obsérvese también que la expresión “orden de progresión definido” puede incluir cualquiera de una serie de esquemas de puesta en cola que pueden ordenar y dar formato a los paquetes para su reenvío sobre la base de la ModCod, la dirección de destino, el orden recibido, la antigüedad, etc.

El orden de progresión definido se interrumpe al expirar un temporizador (a continuación en la memoria, “temporizador de interrupción”), y se identifica un paquete que supera una antigüedad umbral y desde una cola 810 fuera de orden. En una realización, el paquete identificado es el paquete recibido más antiguo aún no transmitido (es decir, la antigüedad umbral es el segundo paquete más antiguo). El paquete identificado se transmite a continuación, y el orden de progresión definido puede reiniciarse desde el paquete transmitido. Obsérvese que, en una realización, el orden de progresión definido puede prever la transmisión de al menos un paquete de datos desde la primera cola seleccionada y el paquete de datos desde la segunda cola seleccionada en una única trama según la primera ModCod

Pasando a la **figura 9**, se ilustra una realización alternativa del dispositivo 800 de puesta en cola, incluida una funcionalidad de componente adicional a la descrita con respecto a la figura 8. En esta realización, antes de ser recibido por el dispositivo 400, un paquete de datos puede desplazarse desde la fuente de datos a través de un enrutador 930 de tipo Clase de Servicio/Calidad de Servicio, que puede adjuntar el campo de información de clase o calidad de servicio y un campo de dirección que identifica el terminal de destino.

Desde el Enrutador de tipo QoS/CoS, un paquete de datos puede transmitirse al dispositivo 805 de puesta en cola. Además de la funcionalidad descrita anteriormente, la unidad 805 de puesta en cola en esta realización puede incluir una unidad 905 de la indicación de tiempo, un contador 910, una unidad 915 de filtrado y una unidad 920 de margen. El dispositivo 800 de puesta en cola puede utilizar estos componentes para controlar determinadas modificaciones de flujo. La unidad 905 de la indicación de tiempo puede utilizarse para adjuntar o asociar de cualquier otra forma una indicación de tiempo a un paquete cuando es recibido por el dispositivo, o en otras etapas de procesamiento. La indicación de tiempo puede, por tanto, utilizarse para determinar la “antigüedad” del paquete dado. La indicación de tiempo puede ser usada por otros componentes del dispositivo 800 de puesta en cola para determinar la latencia asociada con un paquete o paquetes particulares en diferentes etapas de procesamiento (es decir, la latencia desde la recepción en el dispositivo 800 hasta la transmisión, la latencia dentro de la unidad de puesta en cola, etc.).

La unidad 805 de puesta en cola puede hacer uso de la indicación de tiempo de una serie de formas. Por ejemplo, consideremos una interrupción del orden de progresión definido para identificar un paquete fuera de orden. Si la antigüedad (determinada mediante el uso de la unidad 905 de la indicación de tiempo) del paquete identificado supera una primera antigüedad umbral (p. ej., 60 ms), la unidad 915 de filtrado puede configurarse para permitir que entren los paquetes de datos asociados con una calidad o clase de servicio umbral, mientras que otros se bloquean. Si el paquete identificado supera una segunda antigüedad umbral (p. ej., 90 ms), la unidad 915 de filtrado puede configurarse además para bloquear todos los paquetes entrantes hasta que expira otro periodo del temporizador.

En una realización, la unidad 805 de puesta en cola incluye una unidad 920 de margen configurada para variar un intervalo de calidad de señal asociado a una o más colas. La unidad 920 de margen puede variar el intervalo de calidad de señal de una cola para modificar un margen de fiabilidad para los paquetes de datos destinados a un enlace dentro del intervalo de calidad de señal que se ha hecho variar. A modo de ejemplo, la unidad 920 de margen puede configurarse para aumentar la calidad de señal mínima de un intervalo cuando el tráfico es ligero y disminuir la calidad de señal mínima de un intervalo cuando el tráfico es pesado. Este ajuste puede, por ejemplo, hacerse basándose en la antigüedad del paquete identificado al expirar el temporizador 925.

En una realización, la unidad de puesta en cola utiliza un contador 910 para asociar un orden con los paquetes de datos, quizás de una forma en función de la dirección de destino. La unidad 815 de transmisión puede configurarse para mantener la transmisión de un paquete de datos cuando el paquete es especificado como fuera de orden por el contador.

Como se ha indicado anteriormente, según un conjunto de realizaciones, el orden de progresión definido se interrumpe al expirar un temporizador, y se identifica un paquete que supera una antigüedad umbral, y desde una cola 810 fuera de orden. El temporizador puede ubicarse en el, o fuera del, dispositivo. En una realización, un temporizador 925 en el dispositivo se ubica en la unidad 815 de transmisión. La unidad 815 de transmisión puede configurarse para variar el periodo del temporizador basándose al menos en parte en la medida de latencia o una medida de flujo de datos (p. ej., reduciendo el periodo del temporizador si aumentan la antigüedad de los paquetes y el flujo de datos a través del dispositivo 800). Aunque estos cambios pueden estar asociados con la antigüedad del paquete identificado a partir de la cola fuera de orden, pueden utilizarse otras mediciones de latencia y flujo de tráfico para modificar estos parámetros (p. ej., los parámetros de la unidad 915 de filtrado, los parámetros de la unidad 920 de margen o el periodo del temporizador 925).

Pasando a la **figura 10**, un diagrama de flujo ilustra un flujo 1000 de decisión a modo de ejemplo para un dispositivo, tal como el dispositivo 800 de puesta en cola de las figuras 8 o 9. En el bloque 1002, asumamos que el proceso comienza al expirar un temporizador, tal como el temporizador 925 en la unidad 820 de transmisión de la figura 9. El temporizador se reinicia entonces. En esta realización, hay una tabla en la que direcciones MAC de los terminales de destino se asocian a las colas 810 (p. ej., utilizando las tablas 200, 250). En el bloque 1004, estas tablas se actualizan con información de SNR revisada procedente de los terminales. Los paquetes de datos entrantes se filtran en el bloque 1006 según reglas de bloqueo basadas en mediciones de latencia, y estas reglas pueden, por ejemplo, ser aplicadas por la unidad 915 de filtrado. En el bloque 1008, los paquetes permitidos se colocan en las colas respectivas 810, basándose en la SNR del terminal de destino y los intervalos de señal aplicables a las colas 810. La cola 810 con el paquete más antiguo, y la antigüedad de ese paquete, se identifican en el bloque 1010. Estos primeros bloques en la figura 10 (1002, 1004, 1006, 1008, 1010) pueden iniciarse juntos al mismo tiempo, o aproximadamente al mismo tiempo.

Los cálculos de margen de fiabilidad para cada cola 810 de ModCod pueden revisarse entonces, en el bloque 1012, basándose en la antigüedad del paquete más antiguo. Además, las reglas de bloqueo pueden modificarse, en el bloque 1014, basándose también en la antigüedad del paquete más antiguo. Estas revisiones se aplicarán en el bloque 1016 tras expirar el temporizador. En otras realizaciones, el periodo del temporizador puede modificarse basándose también en la antigüedad del paquete más antiguo.

En el bloque 1018, el paquete más antiguo (o un fragmento del mismo) se mueve desde la cola identificada 810 a la parte de carga útil de una trama, por ejemplo, una trama 320 de banda base para el sistema DVB-S2. En el bloque 1020 se realiza una determinación de si la trama se ha completado (por ejemplo, una determinación de que no queda espacio alguno disponible en la trama). Si la trama se ha completado, la trama se encapsula y se reenvía a la unidad de modulación y codificación en el bloque 1022, en donde se codifica y se correlaciona en consecuencia. En el bloque 1024 se realiza una determinación de si la trama incluye un comienzo de un fragmento. En tal caso, el bloque 1026 indica que la siguiente trama comenzará con la parte restante del fragmento para completar el paquete (independientemente de si el temporizador expira mientras tanto). En el bloque 1028 se realiza una determinación de si el temporizador ha expirado. En caso afirmativo, en el bloque 1048 se reinicia el proceso 1000 de vuelta al bloque 1002.

Volviendo al bloque 1020, si se determina que la trama no está completa, la trama puede seguir rellenándose. De forma similar, si el temporizador no ha expirado en el bloque 1028, puede construirse una nueva trama. En cada caso, se realiza una determinación en el bloque 1030 acerca de si se ha enviado el último paquete procedente de una cola actual 810. Si quedan paquetes en la cola actual 810, el proceso vuelve al bloque 1018 para mover el paquete más antiguo desde la cola actual 810 para llenar (o comenzar) la trama. Sin embargo, si se determina que no quedan paquetes en la cola actual 810, aún puede llenarse o construirse una trama con un paquete procedente de una cola asociada a una cola de orden superior.

Por lo tanto, en el bloque 1032, se realiza una determinación de si todas las colas de orden superior están vacías. En caso negativo, un identificador de cola actual se incrementa, en el bloque 1034, a la siguiente cola 810 no vacía más alta, y seguidamente vuelve al bloque 1018 para mover el paquete más antiguo desde la cola 810 recién identificada para llenar (o comenzar) la trama. Cuando una trama eventualmente se completa y se reenvía a la unidad de modulación y codificación en el bloque 1022, y los paquetes asociados a distintas ModCods están en una única trama, se utiliza la ModCod de orden más bajo asociada a los paquetes de la trama. Será evidente para los expertos en la técnica cómo el proceso descrito puede vaciar las colas 810 para construir y llenar tramas, incrementando a las siguientes colas 810 no vacías de orden superior a medida que se vacían las colas actuales 810.

Volviendo al bloque 1032, si se determina que no hay colas de orden superior en las que queden paquetes, la trama se rellena en el bloque 1036 (p. ej., con el relleno 315 de una trama de banda base de DVB-S2 320). La trama se encapsula y se reenvía a la unidad de modulación y codificación en el bloque 1038, en donde se codifica y se correlaciona en consecuencia. En el bloque 1040 se realiza una determinación de si el temporizador ha expirado. En caso afirmativo, el proceso 1000 se reinicia en el bloque 1048. Si el temporizador no ha expirado, en el bloque 1042 se realiza una determinación de si todas las colas de orden inferior están vacías. En caso negativo, el proceso se decrementa, en el bloque 1044, a la cola 810 no vacía de orden más bajo, y entonces vuelve al bloque 1018 para mover el paquete más antiguo desde esa cola 810 para iniciar la siguiente trama, con el proceso repitiéndose de la forma descrita anteriormente a partir del bloque 1018.

Volviendo al bloque 1042, si la determinación es que todas las colas de orden inferior están vacías, se forma una trama toda de relleno en el bloque 1046. El proceso vuelve al bloque 1038, en donde la trama toda de relleno se encapsula y se reenvía a la unidad de modulación y codificación, en donde se codifica y se correlaciona en consecuencia, y el proceso continúa desde allí.

La **figura 11** es un diagrama de flujo que ilustra un proceso 1100 para controlar el flujo del tráfico de datos aplicando una codificación y modulación adaptativa utilizando colas de reenvío de paquetes. El proceso puede ser realizado, por ejemplo, total o parcialmente por el dispositivo 800 de las figuras 8 o 9. En el bloque 1105, se asigna una ModCod distinta a cada una de un número de colas de reenvío de paquetes, cada cola asociada a un intervalo de calidad de

señal distinto. En el bloque 1110, unos paquetes de datos recibidos se colocan, cada uno, en colas seleccionadas, estando la cola seleccionada asociada a un intervalo de calidad de señal que abarca la calidad de señal de un enlace al que está destinado el paquete respectivo. En el bloque 1115, al menos algunos de los paquetes de datos se transmiten según un orden de progresión definido. En el bloque 1120, el orden de progresión definido se reinicia al expirar un temporizador para identificar, y transmitir, un paquete fuera de orden que supera una antigüedad umbral. En un conjunto de realizaciones, este paquete identificado es el paquete más antiguo que permanece en las colas.

Pasando a la **figura 12**, se muestra un diagrama de flujo que ilustra un proceso 1200 alternativo para controlar el flujo del tráfico de datos utilizando colas de reenvío de paquetes para aplicar una codificación y modulación adaptativa. El proceso puede ser realizado, por ejemplo, total o parcialmente por el dispositivo 800 de las figuras 8 o 9. En el bloque 1205, unas ModCods se asocian, cada una, con un intervalo de calidad de señal, incluyendo el intervalo de calidad de señal un margen de fiabilidad. En el bloque 1210, las ModCods se asignan cada una a uno de un número de colas de reenvío de paquetes, estando cada cola asociada, de ese modo, a un intervalo de calidad de señal distinto.

En el bloque 1215, unos paquetes de datos respectivos se colocan, cada uno, en colas seleccionadas, siendo la cola seleccionada para cada paquete la cola asociada a un intervalo de calidad de señal que abarca la calidad de señal de un enlace al que está destinado el paquete respectivo. En el bloque 1220 se transmiten paquetes de datos según un orden de progresión definido, incluyendo el orden vaciar una cola e incrementar a la siguiente cola de ModCod de orden superior, en donde unos paquetes de datos seleccionados asignados a diferentes ModCods se transmiten en una única trama según la ModCod de orden inferior. En el bloque 1225, el orden de progresión definido se interrumpe al expirar un temporizador para identificar y transmitir el paquete más antiguo en las colas, a partir de una cola fuera de orden. El orden de progresión definido se reinicia entonces en el bloque 1230 desde el paquete más antiguo y su cola.

En el bloque 1235, se determina una medida de latencia asociada al paquete más antiguo. En el bloque 1240 se varían al menos uno de los intervalos de calidad de señal asociados a las ModCods para modificar el margen de fiabilidad, basándose al menos en parte en la medida de latencia. El periodo del temporizador también se modifica en el bloque 1245, basándose al menos en parte en la medida de latencia. En el bloque 1250 se permite que paquetes con determinadas características de clase o calidad de servicio entren en las colas mientras que otros se bloquean, basándose este filtrado al menos en parte en las características del paquete más antiguo (p. ej., a través de la medida de latencia).

Mientras que las figuras 8-12 ilustran un conjunto de realizaciones en las que se utilizan colas de reenvío de paquetes para aplicar diversos aspectos de la invención, pueden aplicarse determinados principios establecidos utilizando una diversidad de estructuras de datos alternativas. Haciendo referencia a continuación a la **figura 13**, un diagrama de bloques simplificado ilustra un ejemplo de un dispositivo 1300 de conformación de tráfico configurado para utilizar una estructura de datos de lista enlazada para conformar y controlar el tráfico de datos según ModCod en un sistema de ACM. En una realización, el dispositivo 1300 de conformación de tráfico puede ser el dispositivo 400 descrito en relación con la figura 4, que aplica una modulación y codificación adaptativa utilizando una lista enlazada de la forma descrita posteriormente.

El dispositivo 1300 en esta realización incluye una unidad 1305 de procesamiento, memorias intermedias 1310, una lista enlazada 1315 y una unidad 1320 de transmisión. Estos componentes (1305, 1310, 1315 y 1320) pueden estar en comunicación entre sí y pueden aplicarse, total o parcialmente, en hardware. Por lo tanto, pueden comprender uno o más Application Specific Integrated Circuits (Circuitos integrados específicos de aplicación - ASIC) adaptados para realizar un subconjunto de las funciones aplicables en hardware. De forma alternativa, las funciones pueden realizarse mediante otras una o más unidades de procesamiento (o núcleos), en uno o más circuitos integrados. En otras realizaciones, pueden utilizarse otros tipos de circuitos integrados (p. ej., ASIC estructurados/de plataforma, Field Programmable Gate Arrays (Conjuntos de puertas programables en campo - FPGA) y otros CI semipersonalizados), que pueden programarse de cualquier forma conocida en la técnica. Cada una también puede aplicarse, total o parcialmente, con instrucciones incorporadas a un medio legible por ordenador, a las que se da formato para ser ejecutadas por uno o más procesadores generales o de aplicación específica. Las memorias intermedias 1310 y la lista enlazada 1315 pueden incorporarse a una o más memorias, que pueden estar en, o fuera de, un chip.

Para la explicación asumamos que el dispositivo 1300 es una puerta 115 de enlace dentro del sistema 100 de la figura 1. Sin embargo, obsérvese que, en otras realizaciones, el dispositivo 1300 puede utilizarse en cualquier número de aplicaciones de ACM distintas. Como se observa con respecto a otras realizaciones, cada terminal 130 puede medir la calidad de señal del enlace de servicio utilizando una cualquiera de una diversidad de métricas, y transmitir la medición al dispositivo de conformación de tráfico 1300 a través del trayecto de retorno. En otras realizaciones, el dispositivo 1300 puede recibir también los datos de calidad de señal de enlace de otras fuentes. El dispositivo 1300 de conformación de tráfico puede tener entonces una medición de señal de recepción procedente de cada terminal (p. ej., la tabla 250 de direcciones/SNR de la figura 2B), y puede organizar estos datos en una o más memorias, que pueden aplicarse en hardware, en un medio legible por ordenador separado, o de forma externa al dispositivo 1300.

Pasando ahora al flujo de paquetes, antes de ser recibido por el dispositivo 1300, un paquete de datos puede desplazarse desde una fuente de datos a través de un enrutador de tipo Clase de Servicio/Calidad de Servicio (no mostrado), que puede adjuntar varios campos de paquete de datos de información. Estos campos pueden incluir la información de QoS/CoS para el paquete, información de dirección del terminal de destino, un campo de contador y un campo de indicación de tiempo. También pueden integrarse en el dispositivo 1300 cualquiera de estas funcionalidades.

Al ser recibidos por el dispositivo 1300 de conformación de tráfico a partir de una fuente de datos, la unidad 1305 de procesamiento puede almacenar los paquetes de datos recibidos (y cualesquiera datos adjuntos) en las memorias intermedias 1310. La unidad 1305 de procesamiento también inserta un nuevo elemento asociado al paquete de datos almacenado en memoria intermedia en una lista enlazada 1315, que se utilizará para conformar el tráfico a medida que el mismo se transmite desde el dispositivo 1300. En una realización, la unidad 405 de clasificación de la figura 4 es la unidad 1305 de procesamiento de la figura 13.

La lista enlazada puede estructurarse en una diversidad de formas, como es conocido en la técnica, y la siguiente explicación ilustra únicamente un subconjunto de las aplicaciones posibles. En una realización, la lista enlazada puede caracterizarse como una estructura de datos formada por una secuencia de elementos, conteniendo cada elemento un campo (o más) para los datos, y conteniendo también dos punteros que enlazan el elemento a los elementos siguiente y previo. En una realización, los datos en cada elemento están formados por un testigo u otro puntero que hace referencia al paquete de datos almacenado en memoria intermedia (y cualesquiera datos adjuntos) que representa el elemento. En otras realizaciones, el testigo u otro puntero puede hacer referencia a una tabla que incluye determinadas partes de la información a partir del paquete almacenado en memoria intermedia y otras fuentes. Por ejemplo, el testigo u otro puntero puede hacer referencia directa o indirectamente a las tablas (200, 250) de ModCods y de direcciones/SNR en las figuras 2A y 2B. Por lo tanto, existe una diversidad de formas en las que un campo (o más) de datos de un elemento puede estar asociado al paquete de datos almacenado en memoria intermedia (y cualesquiera datos adjuntos) que representa el elemento.

Como se señala, la lista enlazada 1315 puede caracterizarse como una estructura de datos constituida por una secuencia de elementos, conteniendo cada elemento un campo (o campos) para los datos, y conteniendo también punteros que enlazan el elemento a los elementos siguiente y previo. En una realización, la lista enlazada es una lista enlazada circularmente, en donde el último elemento de la lista se enlaza de vuelta al primero. Para facilitar la explicación de la siguiente realización, la “parte superior” de la lista se denominará a continuación en la memoria como la parte de la lista que contiene el elemento asociado al paquete más antiguo que queda por reenviar, mientras que la “parte inferior” de la lista se denominará a continuación en la memoria como la parte de la lista que contiene el elemento asociado al paquete más nuevo que queda por reenviar. A medida que se reciben paquetes de datos, sus elementos asociados se insertan en la parte inferior de la lista para construir de ese modo la lista.

Obsérvese que, mientras que en otras realizaciones pueden utilizarse colas de reenvío de paquetes para conformar y controlar el tráfico, en las siguientes realizaciones puede utilizarse un mecanismo distinto aunque relacionado. Por ejemplo, en lugar de tener ModCods relacionadas con colas, consideremos una realización en donde cada una de un número de ModCods está relacionada con los intervalos de calidad de señal (sin tampoco estar necesariamente relacionada con colas físicas). Esta relación podría incorporarse a una o más memorias, que pueden estar en, o fuera de, un chip. Esta relación puede ser, por ejemplo, la tabla 200 de la figura 2A. Sin embargo, hay una diversidad de formas en la que los intervalos de calidad de señal pueden relacionarse con las ModCods. Obsérvese también que puede haber más de un intervalo relacionado con cada ModCod, y los intervalos pueden ser de cualquier tamaño.

Como se ha indicado anteriormente, cuando el dispositivo 1300 de conformación de tráfico recibe paquetes de datos, la unidad 1305 de procesamiento puede almacenar los paquetes de datos recibidos (y cualesquiera datos adjuntos) en las memorias intermedias 1310. La unidad 1305 de procesamiento también inserta un nuevo elemento asociado al paquete de datos almacenado en memoria intermedia en la lista enlazada 1315. La unidad 1305 de procesamiento puede identificar seguidamente un intervalo de calidad de señal asociado a una ModCod dada. En algunas realizaciones, los elementos identificados en la lista se eliminarán de forma que la parte superior de la lista identificará los paquetes más antiguos que se van a transmitir, y la lista enlazada continuará hacia la parte inferior en orden cronológico. A continuación, la unidad 1305 de procesamiento iterará a través de la lista enlazada 1315 para identificar elementos asociados con los paquetes de datos destinados a enlaces dentro del intervalo de calidad de señal identificado. Una vez que se ha alcanzado la parte inferior de la lista, la unidad 1305 de procesamiento puede realizar un recorrido circular hasta la parte superior de la lista enlazada 1315 e iterar a su través para identificar los elementos asociados con enlaces dentro de un segundo intervalo de calidad de señal asignado a la siguiente ModCod de orden superior. Este proceso puede repetirse para identificar elementos asociados a paquetes para incrementar las ModCods superiores. Una vez vaciado el intervalo de calidad de señal asociado a la ModCod de orden más alto, el proceso se repite a continuación comenzando por el intervalo de calidad de señal asociado a la ModCod de orden más bajo. Este orden de progresión es únicamente un ejemplo de muchos, pero se utilizará para gran parte de la explicación que sigue.

La unidad 1320 de transmisión está configurada para acceder a, o recibir de cualquier otra forma, los paquetes de datos almacenados en memoria intermedia. La unidad 1320 de transmisión puede transmitir los paquetes en un orden correspondiente a una secuencia en la que se identifican sus elementos asociados, y según la ModCod asignada al intervalo de calidad de señal identificado. En una realización, la unidad 410 de transmisión de la figura 4 es la unidad 1320 de transmisión de la figura 13. Una transmitidos los datos (o, quizá, tras confirmar la recepción), puede asignarse la memoria (p. ej., las memorias intermedias 1310) para el paquete transmitido según esté disponible.

La unidad 1305 de procesamiento puede configurarse para identificar paquetes según un orden de progresión definido. Asimismo, la unidad 1320 de transmisión puede configurarse para transmitir los paquetes según el orden

de progresión definido, y para producir una salida 1325 de señal de radiodifusión. En una realización, el orden de progresión definido comprende identificar y transmitir los paquetes de datos recibidos en un intervalo de calidad de señal dado asociado a una primera ModCod (p. ej., en secuencia del más antiguo al más nuevo), antes de identificar y transmitir cada paquete de datos recibido asociado a una siguiente ModCod de orden superior (de nuevo, quizá en secuencia del más antiguo al más nuevo), e incrementar en consecuencia a la ModCod de orden más alto. Una vez identificados los paquetes asociados a la ModCod de orden más alto, el proceso puede repetirse a continuación, comenzando por los paquetes identificados a partir de la ModCod de orden más bajo.

Obsérvese que, en una realización, el orden de progresión definido puede prever la transmisión de al menos un paquete de datos dentro de un primer intervalo de calidad de señal asignado a una primera ModCod y un paquete de datos, o fragmento, a partir de un segundo intervalo de calidad de señal asignado a una segunda ModCod en una única trama según la ModCod de orden inferior. Por ejemplo, cuando hay espacio adicional disponible en una trama 320 de banda base y ningún otro paquete restante está asociado a una ModCod actual, puede insertarse un paquete de datos (o un fragmento del mismo) asociado a una siguiente ModCod de orden superior en la trama 320 de banda base. Obsérvese también que la expresión “orden de progresión definido” incluye cualquiera de una serie de esquemas que pueden ordenar y dar formato a los paquetes para su reenvío basándose en la ModCod, la dirección de destino, el orden recibido, la antigüedad, etc.

En una realización, el orden de progresión definido se interrumpe al expirar un temporizador (a continuación en la memoria, “temporizador de interrupción”), y se identifica un paquete que supera una antigüedad umbral. En una realización, el paquete identificado es el paquete recibido más antiguo aún no transmitido (es decir, es el paquete procedente de la parte superior de la lista). El paquete identificado se transmite a continuación y el orden de progresión definido puede reiniciarse desde el paquete transmitido (es decir, el intervalo de calidad de señal “actual” se convertirá en el intervalo de calidad de señal del paquete identificado, y continuará la iteración a través de la lista).

Pasando a la **figura 14**, se ilustra una realización alternativa del dispositivo 1300 de conformación de tráfico, incluida una funcionalidad de componente adicional a la descrita con respecto a la figura 13. Además de la funcionalidad descrita anteriormente para la figura 13, la unidad 805 de procesamiento en esta realización puede incluir una indicación 1405 de tiempo, una unidad 1410 de filtrado, una unidad 1415 de margen y un temporizador 1420. El dispositivo 1300 de conformación de tráfico puede utilizar estos componentes para controlar determinadas modificaciones de flujo. La indicación 1405 de tiempo puede utilizarse para adjuntar o asociar de cualquier otra forma un tiempo a un paquete cuando es recibido por el dispositivo, o en otras etapas de procesamiento. La indicación 1405 de tiempo puede, por tanto, utilizarse para determinar la “antigüedad” del paquete dado. La indicación de tiempo puede ser utilizada por otros componentes del dispositivo 1300 de conformación de tráfico para determinar la latencia asociada con un paquete o paquetes particulares en diferentes etapas de procesamiento (es decir, la latencia desde la recepción en el dispositivo 1300 hasta la transmisión, la latencia dentro de la unidad 1305 de procesamiento, etc.).

La unidad 1305 de procesamiento puede hacer uso de una indicación de tiempo de varias formas. Por ejemplo, consideremos una interrupción del orden de progresión definido para identificar un paquete fuera de orden. Si la antigüedad (determinada mediante el uso de la indicación 1405 de tiempo) del paquete identificado supera una primera antigüedad umbral (p. ej., 70 ms), la unidad 1410 de filtrado puede configurarse para permitir que un elemento se inserte en la lista enlazada 1315 únicamente si un paquete de datos tiene una calidad o clase de servicio umbral, mientras se bloquean otros. Si el paquete identificado supera una segunda antigüedad umbral (p. ej., 120 ms), la unidad 1410 de filtrado puede configurarse además para evitar que cualquier elemento se inserte en la lista enlazada. La unidad 1305 de procesamiento puede configurarse para cambiar estos umbrales.

En una realización, la unidad 1305 de procesamiento incluye una unidad 1415 de margen configurada para cambiar dinámicamente un intervalo de calidad de señal asociado a una o más colas. La unidad 920 de margen puede variar el intervalo de calidad de señal asociado a una ModCod para modificar un margen de fiabilidad para los paquetes de datos destinados a un enlace dentro del intervalo de calidad de señal que se ha modificado. A modo de ejemplo, la unidad 1415 de margen puede configurarse para aumentar la calidad de señal mínima de un intervalo cuando el tráfico es ligero y disminuir la calidad de señal mínima de un intervalo cuando el tráfico es pesado. Este ajuste puede hacerse, por ejemplo, basándose en la antigüedad del paquete identificado al expirar el temporizador 1420.

Como se ha indicado anteriormente, según un conjunto de realizaciones, el orden de progresión definido se interrumpe al expirar un temporizador, y se identifica un paquete que supera una antigüedad umbral, y desde un intervalo de calidad de señal fuera de orden. El temporizador puede ubicarse en el, o fuera del, dispositivo. En una realización, un temporizador 1420 en el dispositivo está situado en la unidad 1305 de procesamiento. La unidad 1305 de procesamiento puede configurarse para cambiar el periodo del temporizador basándose al menos en parte en la medida de latencia o en una medida de flujo de datos (p. ej., reduciendo el periodo del temporizador si aumentan la antigüedad de los paquetes y el flujo de datos a través del dispositivo 1300). Aunque estos cambios pueden estar asociados a la antigüedad del paquete identificado, pueden utilizarse otras mediciones de latencia y flujo de tráfico para modificar los parámetros relacionados con el margen de fiabilidad, con las reglas de bloqueo y permiso y con el periodo del temporizador.

También cabe señalar que la lista enlazada y las memorias intermedias pueden estar situadas en áreas de memoria separadas o compartir un área 1425 de memoria.

Pasando a la **figura 15A**, se muestra un diagrama 1500 de bloques que ilustra un ejemplo simplificado de una aplicación de ACM utilizando una lista enlazada. El diagrama de bloques ilustra cómo puede utilizarse una lista enlazada 1505 para controlar el flujo de tráfico. La lista enlazada 1505 de la figura 15 puede ser la lista enlazada 1315 de las figuras 13 y 14. En esta realización, la lista enlazada 1505 es una estructura de datos formada por una secuencia de elementos (o nodos), conteniendo cada elemento uno (o más) campos para datos, y conteniendo también dos punteros que enlazan el elemento a los elementos siguiente y previo. Los punteros que enlazan cada elemento a los elementos siguiente y previo se muestran como los enlaces 1515. Aunque los elementos 1-25 en la figura 15A se muestran como adyacentes entre sí, de hecho pueden ocupar regiones de memoria muy diversas, como es evidente para los expertos en la técnica. En una realización, los datos en cada elemento están formados por un testigo u otro puntero que hace referencia a un paquete de datos almacenado en memoria intermedia (y cualesquiera datos adjuntos) que representa el elemento. En otras realizaciones, el testigo u otro puntero puede hacer referencia indirectamente a una tabla que incluye determinadas partes de la información procedente del paquete almacenado en memoria intermedia y otras fuentes. Por ejemplo, en esta realización una tabla 1510 está conectada indirectamente a la lista enlazada 1505, y la tabla 1510 muestra la estimación de SNR para el enlace asociado a una diversidad de direcciones MAC.

En esta realización, la lista enlazada 1505 es una lista enlazada circularmente, en donde el último elemento en la lista se enlaza de vuelta al primero. Para facilitar la explicación de la siguiente realización, la “parte superior” de la lista se referirá a la parte de la lista que contiene el elemento asociado al paquete más antiguo que queda por reenviar, mientras que la “parte inferior” de la lista se referirá a la parte de la lista que contiene el elemento asociado al paquete más nuevo que queda por reenviar. A medida que se reciben paquetes de datos, sus elementos asociados se insertan en la parte inferior de la lista para construir de ese modo la lista. A medida que se identifican los paquetes para transmisión, sus elementos asociados se eliminan de la lista.

La figura 15A ilustra la lista en un primer instante (T_1). Asumamos que, en esta realización, un primer intervalo de calidad de señal incluye la SNR “a”, pero ninguna otra SNR está en el intervalo. Para cada elemento, el dispositivo 1300 puede identificar la dirección MAC del elemento y seguidamente acceder a la tabla 1510-a para determinar si el elemento está asociado a una dirección MAC en el intervalo. El dispositivo 1300 itera a través de la lista enlazada 1505-a desde los elementos 1-25, identificando y eliminando los elementos 1, 8, 17 y 24, porque estos elementos están asociados a la SNR dentro del intervalo. Un segundo intervalo de calidad de señal asociado a la siguiente ModCod superior incluye la SNR “g”, pero ninguna otra SNR está en el intervalo. Para cada elemento restante, el dispositivo 1300 puede identificar la dirección MAC del elemento y entonces acceder a la tabla 1510-a para determinar si el elemento está asociado a una dirección MAC en el intervalo. El dispositivo 1300 itera a través de la lista enlazada 1505, identificando y eliminando los elementos 3 y 19, ya que estos elementos están asociados a unas SNR dentro del segundo intervalo. Los paquetes asociados con los elementos 1, 8 y 17 se transmiten en una primera trama según el primer intervalo de calidad de señal. Sin embargo, debido a que hay espacio en la trama 320 de banda base de DVB-S2, los paquetes asociados con los elementos 24 y 3 se transmiten en una segunda trama según la ModCod asignada al primer intervalo de calidad de señal. El paquete asociado al elemento 19 se transmite en una tercera trama según la ModCod asignada al segundo intervalo de calidad de señal.

La **figura 15B** muestra la lista enlazada 1505-b en un segundo instante (T_2) después de que el dispositivo haya iterado a través de los elementos 1-25, después a través de 2-7, 9-16 y 18-23, momento en el que expira el temporizador. Como es evidente, los elementos 1, 3, 8, 17, 19 y 24 han sido eliminados de la lista enlazada 1505-b, y se han agregado unos elementos 26-28 nuevos, y los elementos que permanecen están enlazados del más antiguo en la parte superior hasta el más nuevo en la parte inferior. Sin embargo, en vez de iterar a través de los elementos 25-28, el dispositivo 1300 irá a la parte superior de la lista enlazada para identificar el elemento más antiguo (elemento 2) debido a que el temporizador expira. El dispositivo identificará el intervalo de calidad de señal de este elemento identificado e iterará desde el elemento 2 bajando por la lista, identificando otros elementos asociados a los paquetes en este intervalo. Obsérvese también que, al expirar el temporizador, se actualiza la tabla 1510-b y hay una nueva SNR para la dirección MAC 4. El ejemplo anterior solo se utiliza para ilustrar un ejemplo simplificado de cómo puede usarse una lista enlazada en diversas realizaciones de la invención.

Pasando a la **figura 16**, un diagrama de flujo ilustra un flujo 1600 de decisión 1600 ilustrativo para un dispositivo, como el dispositivo 1300 de conformación de tráfico de las figuras 13 o 14. Asumamos que una lista enlazada como la lista enlazada 1505 de las figuras 15A o 15B se ordena cronológicamente con los elementos más antiguos en la parte superior de la lista. En el bloque 1002, asumamos que el proceso comienza al expirar un temporizador, como el temporizador 1420 en la unidad 1305 de procesamiento de la figura 1400. El temporizador se reinicia entonces. En esta realización, distintos intervalos de SNR están asociados a distintas ModCods. Además hay una tabla en la que se asocian las SNR 1510 a las direcciones MAC de los terminales de destino. En el bloque 1604, estas tablas se actualizan con información de SNR revisada procedente de los terminales. Los paquetes de datos entrantes se filtran en el bloque 1606 según reglas de bloqueo basadas en una medición de latencia para el dispositivo 1300, y estas reglas pueden, por ejemplo, ser aplicadas por la unidad 1410 de filtrado. En el bloque 1608, los paquetes permitidos se asocian a elementos, y los elementos se insertan en la parte inferior de la lista enlazada. En el bloque 1610 se identifica el intervalo de calidad de señal que abarca la calidad de señal para el enlace del paquete de datos asociado al elemento en la parte superior de la lista. Estos primeros bloques en la figura 16 (1602, 1604, 1606, 1608, 1610) pueden iniciarse conjuntamente al mismo tiempo, o aproximadamente al mismo tiempo.

A continuación pueden revisarse los cálculos de margen de fiabilidad para cada ModCod en el bloque 1612, basándose en la antigüedad del paquete en la parte superior de la lista (p. ej., variando el intervalo de calidad de señal asociado a la ModCod). Además, las reglas de bloqueo pueden modificarse en el bloque 1614, también sobre la base de la antigüedad del paquete en la parte superior de la lista (es decir, el paquete más antiguo). Estas revisiones se aplicarán en el bloque 1616, tras expirar el temporizador. En otras realizaciones, el periodo del temporizador puede modificarse basándose también en la antigüedad del paquete más antiguo. Obsérvese también que, en otras realizaciones, pueden utilizarse otras mediciones de latencia o flujo para ajustar el margen de fiabilidad, las reglas de filtrado o el periodo del temporizador.

En el bloque 1618, el paquete (o un fragmento del mismo) asociado al elemento procedente de la parte superior de la lista se mueve desde la memoria intermedia a la parte de carga útil de una trama, por ejemplo, una trama 320 de banda base para el sistema DVB-S2. El elemento puede eliminarse entonces de la parte superior de la lista. En el bloque 1620 se realiza una determinación de si la trama se ha completado (por ejemplo, una determinación de que no queda espacio alguno disponible en la trama). Si la trama se ha completado, la trama se encapsula y se reenvía a la unidad de modulación y codificación en el bloque 1622, en donde se codifica y se mapea en consecuencia. En el bloque 1624, se realiza una determinación de si la trama incluye un comienzo de un fragmento. Si es así, el bloque 1626 indica que la siguiente trama comenzará con la parte restante del fragmento para completar el paquete (independientemente de si el temporizador expira mientras tanto). En el bloque 1628, se realiza una determinación de si el temporizador ha expirado. En caso afirmativo, en el bloque 1650, el proceso 1600 se reinicia de vuelta al bloque 1602.

Volviendo al bloque 1620, si se realiza la determinación de que la trama no se ha completado, la trama puede continuar llenándose. De forma similar, si el temporizador no ha expirado en el bloque 1628, puede construirse una nueva trama. En cada caso, se realiza una determinación en el bloque 1630 acerca de si se ha enviado el último paquete procedente del intervalo de calidad de señal actual. Esto se logra iterando a través de los elementos de la lista enlazada hacia abajo y comprobando si las SNR de cada paquete de datos asociado se encuentran dentro del intervalo actual. Si es así, el siguiente elemento aplicable bajando por la lista se identifica en el bloque 1632, y el proceso vuelve al bloque 1618 para mover el paquete asociado al elemento desde las memorias intermedias para llenar (o comenzar) la trama. Sin embargo, si se determina que no quedan paquetes en el intervalo de calidad de señal actual (es decir, se ha alcanzado la parte inferior de la lista enlazada), aún puede llenarse o construirse una trama con un paquete procedente de una cola asociada con una cola de orden superior.

Por lo tanto, en el bloque 1634, se realiza una determinación de si otros elementos que están asociados con cualquier intervalo de calidad de señal asignado a orden superior ModCods están vacíos. Esto se logra realizando un recorrido circular hasta la parte superior de la lista e iterando a través de la lista para determinar si hay elementos asociados con el intervalo de calidad de señal asignado a la siguiente ModCod superior, y continuando con este recorrido circular. Si hay un elemento asociado a una ModCod de orden superior, se incrementa un intervalo de calidad de señal, en el bloque 1636, al intervalo de calidad de señal de ese elemento, y vuelve después a los bloques 1632 y 1634 para identificar el elemento y mover el paquete asociado desde la memoria intermedia para llenar (o comenzar) la trama. Cuando una trama se completa eventualmente y se reenvía a la unidad de modulación y codificación en el bloque 1622, y los paquetes asociados con diferentes ModCods están en una única trama, se utiliza la ModCod de orden más bajo asociada con los paquetes de la trama. Será evidente para los expertos en la técnica cómo el proceso descrito puede identificar los paquetes procedentes de un intervalo de calidad de señal asignado a una ModCod para construir y llenar tramas, y entonces volver en un recorrido circular hasta la parte superior de una lista para identificar paquetes procedentes del intervalo de calidad de señal asociado a la siguiente ModCod superior.

Volviendo al bloque 1634, si se determina que no hay elemento alguno asociado a ModCods de orden superior, la trama se rellena en el bloque 1638 (p. ej., con el relleno 315 de una trama 320 de banda base de DVB-S2). La trama se encapsula y se reenvía a la unidad de modulación y codificación en el bloque 1640, en donde se codifica y se mapea en consecuencia. En el bloque 1642 se realiza una determinación de si el temporizador ha expirado. En caso afirmativo, el proceso 1600 se reinicia en el bloque 1650. Si el temporizador no ha expirado, en el bloque 1644 se realiza una determinación de si en la lista enlazada permanece algún elemento asociado a los paquetes asignados a ModCods de orden inferior. Esto se logra con un recorrido circular hasta la parte superior de la lista e iterando a través de la lista para determinar si hay elementos asociados con el intervalo de calidad de señal asignado a la ModCod de orden más bajo, y continuando con este recorrido circular. Si se halla un elemento de este tipo, el proceso se decrementa, en el bloque 1646, al intervalo de calidad de señal de ese elemento, y vuelve entonces a los bloques 1632 y 1634 para identificar el elemento y mover el paquete asociado desde la memoria intermedia para comenzar la trama, con el proceso avanzando a partir de ese punto.

Volviendo al bloque 1644, si se realiza una determinación de que no queda ningún elemento asociado a los paquetes asignados a ModCods de orden inferior, se forma una trama toda de relleno en el bloque 1648. El proceso vuelve al bloque 1640, donde la trama toda de relleno se encapsula y se reenvía a la unidad de modulación y codificación, donde se codifica y se correlaciona en consecuencia, y el proceso continúa desde allí.

La **figura 17** es un diagrama de flujo que ilustra un proceso 1700 para controlar el flujo del tráfico de datos aplicando una codificación y modulación adaptativa utilizando una estructura de datos de lista enlazada. El proceso puede ser realizado, por ejemplo, total o parcialmente por el dispositivo 1300 de las figuras 13 o 14. En el

bloque 1705, cada uno de un número de paquetes de datos está asociado a una calidad de señal, siendo la calidad de señal una calidad de señal representativa de un enlace al que está destinado el paquete. En el bloque 1710 se asigna una ModCod distinta a cada uno de un número de intervalos de calidad de señal.

5 En el bloque 1715 se insertan varios elementos en una lista enlazada, cada elemento asociado a uno de los paquetes de datos. En el bloque 1720, la lista enlazada se itera para identificar elementos asociados con enlaces dentro de un primer intervalo de calidad de señal. En el bloque 1725, se transmiten paquetes de datos en un orden que corresponde a una secuencia en la que se identifican sus elementos asociados, realizándose la transmisión según una primera ModCod asignada al primer intervalo de calidad de señal.

10 Pasando a la **figura 18**, se muestra un diagrama de flujo que ilustra un proceso alternativo 1200 para controlar el flujo del tráfico de datos utilizando estructuras de datos de listas enlazadas para aplicar una codificación y modulación adaptativa. El proceso puede ser realizado, por ejemplo, total o parcialmente, por el dispositivo 1300 de las figuras 13 o 14. En el bloque 1805 se asignan diferentes ModCods a cada uno de un número de intervalos de calidad de señal. En el bloque 1810, un número de paquetes de datos están asociados a una calidad de señal, siendo la calidad de señal una calidad de señal representativa de un enlace al que está destinado el paquete.

20 En el bloque 1815, en una lista enlazada conectada cronológicamente desde el elemento más antiguo en la parte superior hasta el elemento más nuevo en la parte inferior, se inserta un número de elementos, cada uno de ellos asociado a uno de los paquetes de datos. En el bloque 1820 se itera la lista enlazada para identificar elementos asociados con enlaces dentro de un primer intervalo de calidad de señal. En el bloque 1825, después de realizar un recorrido circular hasta la parte superior de la lista enlazada, se itera a través de la lista enlazada para identificar elementos asociados a enlaces dentro de un segundo siguiente intervalo de calidad de señal superior. En el bloque 1830 se transmiten paquetes de datos en un orden correspondiente a una secuencia en la que se identifican sus elementos asociados, en donde una o más tramas se transmiten según una primera ModCod asignada al primer intervalo de calidad de señal, incluyendo cada trama un paquete procedente de ambos intervalos.

30 En el bloque 1835, al expirar un temporizador, un puntero hace un recorrido circular hasta la parte superior de la lista para identificar de este modo el paquete más antiguo en la lista enlazada. El paquete puede transmitirse entonces. En el bloque 1840 se determina una medida de latencia asociada al paquete más antiguo. En el bloque 1845 se cambia al menos uno de los intervalos de calidad de señal asociados a las ModCods para modificar un margen de fiabilidad, basado al menos en parte en la medida de latencia. En el bloque 1850, el periodo del temporizador se modifica basándose al menos en parte en la medida de latencia. En el bloque 1855, solo se permite que elementos asociados con paquetes con determinadas características de clase o calidad de servicio entren en la lista enlazada, mientras que otros se bloquean, sobre la base, al menos en parte, de las características de la medida de latencia.

40 Haciendo referencia a continuación a la **figura 19**, un diagrama de bloques simplificado ilustra un ejemplo de un dispositivo 1900 de control de flujo y conformación de tráfico configurado para cambiar dinámicamente los márgenes de fiabilidad asociados con distintas ModCods en un sistema de ACM. En una realización, el dispositivo 1900 de control de flujo y conformación de tráfico puede ser el dispositivo 400 descrito en relación con la figura 4, que aplica una modulación y codificación adaptativa utilizando un margen de fiabilidad dinámicamente variable.

45 El dispositivo 1900 en esta realización incluye una unidad 1905 de procesamiento, una unidad 1910 de transmisión y una tabla 200 en la que se asignan ModCods a diversos intervalos de calidad de señal. Estos componentes (1905, 1910 y 200) pueden estar en comunicación entre sí, y pueden aplicarse, total o parcialmente, en hardware. Por lo tanto, pueden comprender uno o Application Specific Integrated Circuits (Circuitos integrados específicos de aplicación - ASIC) adaptados para realizar un subconjunto de las funciones aplicables en hardware. De forma alternativa, las funciones pueden realizarse mediante otras una o más unidades de procesamiento (o núcleos), en uno o más circuitos integrados. En otras realizaciones, pueden utilizarse otros tipos de circuitos integrados (p. ej., ASIC estructurados/de plataforma, Field Programmable Gate Arrays (Conjuntos de puertas programables en campo - FPGA) y otros CI semipersonalizados), que pueden programarse de cualquier forma conocida en la técnica. Cada una también puede aplicarse, total o parcialmente, con instrucciones incorporadas a un medio legible por ordenador, a las que se da formato para que ser ejecutadas por uno o más procesadores generales o de aplicación específica. La tabla 200 de ModCods/intervalos de calidad de señal puede incorporarse a una o más memorias, que pueden estar en, o fuera de, un chip.

60 Para la explicación, asumamos que el dispositivo 1900 es una puerta 115 de enlace dentro del sistema 100 de la figura 1. Sin embargo, obsérvese que, en otras realizaciones, el dispositivo 1300 puede utilizarse en cualquier número de aplicaciones de ACM distintas. Como se observa con respecto a otras realizaciones, cada terminal 130 puede medir la calidad de señal del enlace de servicio utilizando una cualquiera de una diversidad de métricas, y transmitir la medición al dispositivo 1900 de control de flujo y conformación de tráfico a través del trayecto de retorno. En otras realizaciones, el dispositivo 1900 también puede recibir los datos de calidad de señal de enlace de otras fuentes. El dispositivo 1900 puede entonces haber recibido métricas de calidad de señal para cada terminal de recepción (por ejemplo, la tabla 250 de direcciones/SNR de la figura 2B) y puede organizar estos datos en una o más memorias.

65

La unidad 1905 de procesamiento está configurada para asignar una ModCod distinta a cada paquete de datos después de que el paquete sea recibido por el dispositivo. Esta asignación se basa, al menos en parte, en una calidad de señal de un enlace al que está destinado el paquete respectivo. La unidad 1905 de procesamiento está configurada para utilizar un destino, junto con la estimación de calidad de señal, para identificar una ModCod para su uso para comunicarse con un terminal 130. Para ello, la unidad 1905 de procesamiento accede a una tabla 200 de ModCods, u otros mecanismos que correlacionan determinados intervalos de calidad de señal con diferentes ModCods.

De forma adicional, la unidad 1905 de procesamiento en esta realización está configurada para cambiar dinámicamente un intervalo de calidad de señal asociado a una o más ModCods. La unidad 1905 de procesamiento puede cambiar, o variar de cualquier otra forma, el intervalo de calidad de señal asociado a una ModCod para modificar un margen de fiabilidad para los paquetes de datos destinados a un enlace dentro de ese intervalo de calidad de señal. A modo de ejemplo, la unidad 1905 de procesamiento puede configurarse para aumentar la calidad de señal mínima de un intervalo particular cuando el tráfico es ligero, y disminuir la calidad de señal mínima de un intervalo particular cuando el tráfico es pesado. La unidad 1905 de procesamiento en esta realización también puede poseer la funcionalidad de las unidades (920, 1415) de margen descritas en otras realizaciones.

Pasando brevemente a la **figura 20** para describir adicionalmente el alcance de esta terminología, se ilustra una representación lineal de un intervalo 2000 de valores de SNR. También se muestra el margen 2005 de fiabilidad para cada una de un número de ModCods. El límite inferior 2010 del valor de E_s/N_0 para una ModCod particular se muestra como el punto R_n en la figura 20. El límite inferior 2010 es una caracterización un tanto arbitraria, ya que puede calcularse de distintas formas. Para esta explicación, puede incluir cualquier límite identificado, necesario o sugerido de cualquier otra modo para el límite inferior para un valor de E_s/N_0 de una ModCod particular. También se muestra el límite inferior 2015 *aplicado* de un valor de E_s/N_0 , como puntos M_n en la figura 20, y es el límite inferior 2010 más un margen de fiabilidad para una ModCod particular. Un margen 2005 de fiabilidad es, por lo tanto, la diferencia entre un límite inferior 2010 y un límite inferior 2015 aplicado, y puede incluir cualquier margen ambiental, meteorológico, de aplicación u otro margen.

En diversas realizaciones de la invención, el margen de fiabilidad para una o más ModCods puede variarse dinámicamente. Consideremos, con fines ilustrativos, la ModCod2 2020. Consideremos en primer lugar un periodo de un tráfico relativamente bajo y, por lo tanto, una latencia baja. En un entorno como este puede haber un exceso de capacidad disponible y, por lo tanto, puede aumentarse el margen 2015 de fiabilidad (p. ej., a 4 dB) sin afectar a la latencia o al flujo. De este modo, el margen de fiabilidad puede aumentarse dinámicamente a medida que el tráfico se hace más ligero. Sin embargo, si hay una ráfaga repentina de un tráfico significativo a través del dispositivo 1900, puede aumentarse la demanda de flujo en el dispositivo 1900. Por lo tanto, el margen 2015 de fiabilidad puede reducirse dinámicamente a medida que aumenta el tráfico, bien en incrementos (por ejemplo, 4 dB, a 3 dB, a 2 dB, a 1 dB, a 0,5 dB), o de cualquier otra forma. Pueden utilizarse una serie de factores (latencia, flujo, tráfico anticipado, etc.) para controlar dinámicamente un margen de fiabilidad, como se explicará con mayor detalle más adelante. En una realización, el margen 2015 de fiabilidad es cero. En otra realización, el margen de fiabilidad es fijo, y los intervalos de calidad de señal pueden variar únicamente con los cambios en las condiciones meteorológicas o en otras condiciones ambientales.

Volviendo a la figura 19, la unidad 1905 de procesamiento puede realizar otras funciones además de ajustar dinámicamente el intervalo de calidad de señal asociado a distintas ModCods. Por ejemplo, la unidad 1905 de procesamiento puede identificar paquetes para su transmisión basándose en intervalos de calidad de señal modificados y según un orden de progresión definido. La unidad 1910 de transmisión puede transmitir paquetes según el orden de progresión definido y producir una salida 1915 de señal de radiodifusión. En una realización, el orden de progresión definido implica transmitir cada paquete de datos recibido en un intervalo de calidad de señal modificado dado asignado a una primera ModCod (p. ej., en secuencia del más antiguo al más nuevo), antes de incrementar a la siguiente ModCod de orden superior y transmitir cada paquete de datos recibido en un intervalo de calidad de señal asociado a una siguiente ModCod de orden superior (una vez más, quizá en secuencia del más antiguo al más nuevo), e incrementando en consecuencia a la ModCod de orden más alto. Una vez vaciada la ModCod de orden más alto, el proceso se repite a continuación comenzando por un intervalo de calidad de señal modificado asociado a la ModCod de orden más bajo. Obsérvese que, en una realización, el orden de progresión definido puede contemplar la transmisión de al menos un paquete de datos desde un primer intervalo de calidad de señal modificado y un paquete de datos, o fragmento, a partir de un segundo intervalo de calidad de señal modificado según la ModCod de orden inferior. Obsérvese también que la expresión “orden de progresión definido” puede incluir cualquiera de una serie de esquemas de reenvío de paquetes que pueden ordenar y dar formato a los paquetes para su reenvío basándose en la ModCod, la dirección de destino, el orden recibido, la antigüedad, etc., o quizá de forma aleatoria.

En una realización, el orden de progresión definido se interrumpe al expirar un temporizador (a continuación en la memoria, “temporizador de interrupción”), y se identifica y se transmite un paquete que supera una antigüedad umbral, y desde un intervalo de calidad de señal fuera de orden. En una realización, el paquete identificado es el paquete recibido más antiguo aún no transmitido (es decir, la antigüedad umbral es el segundo paquete más antiguo). El orden de progresión definido puede reiniciarse desde el paquete transmitido.

La antigüedad del paquete fuera de orden puede utilizarse en una diversidad de formas para modificar el control de los paquetes a través del dispositivo 1900. Además, la unidad 1905 de procesamiento y la unidad 1910 de transmisión pueden hacer otras mediciones de latencia y flujo. Puede medirse el retardo en el dispositivo 1900

asociado a determinadas funciones y componentes, o grupos de funciones y componentes. Este tipo de medición de latencia puede producirse para el paquete fuera de orden o para grupos seleccionados de otros paquetes. La medición de latencia puede, por ejemplo, ser simplemente un recuento de aquellos paquetes transmitidos que están por encima de una cierta antigüedad umbral. En la técnica se conoce una serie de mediciones de latencia y flujo de paquetes, pudiendo utilizarse cualquiera de ellas en la presente invención.

Además de las mediciones de latencia en el dispositivo, los dispositivos externos pueden proporcionar datos adicionales, sea localmente o desde la red. Por ejemplo, un network operations center (centro de operaciones de red - NOC) puede transmitir determinadas estadísticas de latencia o información de flujo a un dispositivo. Un NOC también puede proporcionar información acerca de un cambio futuro en el flujo de tráfico. En la técnica se conoce una diversidad de herramientas de red y de pruebas que pueden proporcionar estadísticas de flujo, mediciones de latencia y otra información de red a un dispositivo 1900.

La unidad 1905 de procesamiento puede utilizar la información de latencia, las estadísticas de flujo e información de red adicional descritas anteriormente para cambiar dinámicamente un intervalo de calidad de señal asociado a una ModCod dada y de este modo modificar el margen de fiabilidad asociado. En una realización, puede ajustarse el margen de fiabilidad sobre la base de la antigüedad del paquete fuera de orden identificado, por ejemplo: si $T_0 > 90$ ms, establecer el margen de fiabilidad en 0,5 dB; si $90 \text{ ms} > T_0 \geq 60$ ms, establecer el margen de fiabilidad en 1 dB; y si $60 \text{ ms} > T_0$, establecer el margen en 2 dB. Pueden establecerse otros umbrales para modificar los intervalos de calidad de señal (es decir, para cambiar el margen de fiabilidad) sobre la base de la otra información de latencia, estadísticas de flujo e información adicional de red descritas anteriormente.

La unidad 1305 de procesamiento puede hacer uso de la información de latencia, de las estadísticas de flujo y de la información de red adicional descritas anteriormente en diversas otras formas. Esta puede utilizar toda la información recibida, o solo aspectos seleccionados de la información recibida. A modo de ejemplo, además de modificar el margen de fiabilidad, las reglas de filtrado para bloquear o permitir determinados paquetes pueden cambiarse para dar cuenta de la información de latencia, las estadísticas de flujo y/o información de red adicional descritas anteriormente. Por ejemplo, en periodos de tráfico más elevado, pueden aplicarse reglas de filtrado de prioridad de QoS/CoS. Además, puede modificarse el periodo del temporizador basándose en la información de la latencia, las estadísticas de flujo y/o información de red adicional descritas anteriormente. Por lo tanto, el periodo puede disminuirse cuando aumenta la latencia, para saltar con mayor regularidad a los paquetes restantes más antiguos.

La **figura 21** es un diagrama de flujo que ilustra un proceso 2100 para controlar el flujo del tráfico de datos mediante la aplicación de una codificación y modulación adaptativa utilizando un margen de fiabilidad dinámico. El proceso puede ser llevado a cabo, por ejemplo, total o parcialmente por el dispositivo 1900 de la figura 19. En el bloque 2105 se asigna una ModCod distinta a cada uno de un número de intervalos de calidad de señal. En el bloque 2110 se hacen variar dinámicamente uno o más de los intervalos de calidad de señal para modificar un margen de fiabilidad para el suministro de paquetes de datos destinados a un enlace con una calidad de señal dentro del intervalo.

La **figura 22** es un diagrama de flujo que ilustra un proceso 2200 alternativo para controlar el flujo del tráfico de datos mediante la modificación dinámica de determinados factores en un sistema de ACM. El proceso puede ser llevado a cabo, por ejemplo, total o parcialmente por el dispositivo 1900 de la figura 19. En el bloque 2205 se asigna una ModCod distinta a cada uno de un número de intervalos de calidad de señal. En el bloque 2210 se transmiten paquetes de datos en un orden de progresión definido, se transmite al menos un subconjunto según la ModCod asignada a su enlace de destino. En el bloque 2215, un temporizador expira y se identifica un paquete fuera de orden que supera una antigüedad umbral en el bloque 2220, interrumpiendo de ese modo el orden de progresión definido.

En el bloque 2225, la transmisión de los paquetes de datos se reinicia en un orden de progresión definido desde el paquete fuera de orden identificado. En paralelo con el bloque 2225, puede hacerse o recibirse un intervalo de mediciones de latencia y flujo en el bloque 2245. Por ejemplo, la antigüedad del paquete fuera de orden puede determinarse en el bloque 2230 mientras que, en otras realizaciones, pueden realizarse también otras mediciones de latencia asociadas con el paquete. En el bloque 2235 pueden medirse otros factores de latencia atribuidos a un flujo o al dispositivo 1900, y pueden compilarse o analizarse estadísticas de flujo adicionales. También pueden recibirse datos de red en el bloque 2240.

Este intervalo 2245 de mediciones de latencia y flujo puede utilizarse, total o parcialmente, para calcular una modificación de uno o más parámetros de entre un grupo de parámetros 2265 de conformación de tráfico y control de flujo. En el bloque 2250, el margen de fiabilidad atribuible a una o más ModCods puede cambiarse a la luz de las mediciones 2245 de latencia y flujo. En el bloque 2255, el periodo para el temporizador puede cambiarse a la luz de las mediciones 2245 de latencia y flujo. En el bloque 2260, pueden cambiarse las reglas de filtración relacionadas con el bloqueo o bloqueo selectivo basado en la QoS/CoS a la luz de las mediciones 2245 de latencia y flujo.

En el bloque 2270, tras la siguiente expiración del temporizador, se aplican las modificaciones a uno o más parámetros de entre un grupo de parámetros 2265 de conformación de tráfico y control de flujo. En el bloque 2275, la transmisión de los paquetes de datos se reinicia en un orden de progresión definido con los cambios aplicados.

- 5 Debería señalarse de nuevo que se pretende que los métodos, sistemas y dispositivos explicados anteriormente son meramente ilustrativos. Debe insistirse en que diversas realizaciones pueden omitir, sustituir o agregar diversos procedimientos o componentes según proceda. Por ejemplo, debería apreciarse que, en realizaciones alternativas, los métodos pueden llevarse a cabo en un orden distinto al descrito, y que pueden agregarse, omitirse o combinarse diversas etapas. Además, las características descritas con respecto a determinadas realizaciones pueden combinarse en diversas otras realizaciones. Pueden combinarse de forma similar distintos aspectos y elementos de las realizaciones. Además debería insistirse en que la tecnología evoluciona y, por lo tanto, muchos de los elementos son de naturaleza ilustrativa y no debería interpretarse de forma que limiten el ámbito de la invención.
- 10 En la descripción se dan detalles específicos para proporcionar una comprensión profunda 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 complicar las realizaciones.
- 15 También se señala que las realizaciones pueden describirse como un proceso que se representa como un diagrama de flujo o flujograma. Aunque estas pueden describir las operaciones como un proceso secuencial, muchas de las operaciones pueden realizarse en paralelo o de forma simultánea. Además, el orden de las operaciones puede reorganizarse. Un proceso se termina cuando sus operaciones se han completado, pero podría tener etapas adicionales no incluidas en la figura.
- 20 Además, según se describe en la presente memoria, la expresión “memoria” puede representar uno o más dispositivos o componentes de los mismos para almacenar datos, incluyendo 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 máquina para almacenar información. La expresión “medio legible por ordenador” incluye, aunque no de forma limitativa, dispositivos de almacenamiento portátiles o fijos, dispositivos de almacenamiento óptico, canales inalámbricos, una tarjeta SIM, otras tarjetas inteligentes y diversos otros medios capaces de almacenar, contener o portar instrucciones o datos.
- 25 Además, las realizaciones pueden aplicarse mediante hardware, software, firmware, middleware, microcódigo, lenguajes de descripción de hardware o cualquier combinación de los mismos. Cuando se aplica en software, firmware, middleware o microcódigo, el código de programa o los segmentos de código para realizar las tareas necesarias pueden almacenarse en un medio legible por máquina, tal como un medio de almacenamiento. Unos procesadores pueden realizar las tareas necesarias.
- 30 Habiendo descrito varias realizaciones, los expertos en la técnica reconocerán que pueden utilizarse diversas modificaciones, construcciones alternativas y equivalentes. También puede ser necesaria una serie de etapas antes de considerar los elementos anteriores. En consecuencia, la descripción anterior no debe interpretarse como limitante del ámbito de la invención, que se define mediante las siguientes reivindicaciones.
- 35
- 40

REIVINDICACIONES

1. Un método para aplicar una codificación y modulación adaptativa de una señal de radiodifusión, comprendiendo el método:
- 5 asociar un primer esquema (205) de modulación y codificación con un primer intervalo (210) de calidad de señal;
- asociar un segundo esquema de modulación y codificación de un orden superior al del primer esquema de modulación y codificación con un segundo intervalo de calidad de señal de una
- 10 calidad mejor que la del primer intervalo de calidad de señal;
- recibir un primer paquete de datos destinado a un primer enlace dentro del primer intervalo (210) de calidad de señal y un segundo paquete de datos destinado a un segundo enlace dentro del segundo intervalo de calidad de señal;
- 15 encapsular el primer paquete de datos y al menos una parte del segundo paquete de datos en una primera trama (320); y
- transmitir la primera trama (320) en la señal de radiodifusión según el primer esquema (205) de modulación y codificación,
- que se caracteriza por que la etapa de encapsulación comprende además:
- 20 aplicar una política de encapsulación de paquetes de datos asociados a distintos esquemas de modulación y codificación en una trama que se va a transmitir según un esquema de modulación y codificación de orden más bajo de los distintos esquemas de modulación y codificación, aplicándose la política únicamente cuando no hay ningún otro paquete de datos restante asociado al esquema de modulación y codificación de orden más bajo, en donde la política comprende:
- 25 determinar una longitud de un relleno potencial para el al menos un paquete de datos asociado a un primer esquema de modulación y codificación;
- determinar que no queda ningún paquete de datos asociado al primer esquema de modulación y codificación para llenar el relleno potencial; y
- 30 llenar el relleno potencial con el paquete de datos asociado al segundo esquema de modulación y codificación.
2. El método de la reivindicación 1, que comprende además:
- 35 variar al menos uno del primer intervalo de calidad de señal y el segundo intervalo de calidad de señal para modificar un margen de fiabilidad para los paquetes de datos destinados a un enlace dentro del intervalo de calidad de señal modificado.
3. El método de la reivindicación 1,
- 40 que fragmenta el segundo paquete de datos en un primer fragmento y un segundo fragmento;
- que transmite el primer fragmento en la primera trama; y
- que transmite el segundo fragmento en una segunda trama según el segundo esquema de modulación y codificación.
4. El método de la reivindicación 1, que comprende además:
- 45 transmitir tramas adicionales en la señal de radiodifusión según un orden de progresión definido; e
- interrumpir el orden de progresión definido al expirar un temporizador para transmitir, en una segunda trama, un paquete que supera una antigüedad umbral.
- 50 5. El método de la reivindicación 4, que comprende además:
- variar el periodo del temporizador basándose al menos en parte en un retardo asociado a la transmisión de las tramas adicionales.
6. El método de la reivindicación 1, en donde,
- 55 la asociación del primer esquema de modulación y codificación al primer paquete de datos comprende situar el primer paquete de datos en una primera cola de reenvío de paquetes asociada al primer intervalo de calidad de señal; y
- la asociación del segundo esquema de modulación y codificación al segundo paquete de datos comprende situar el segundo paquete de datos en una segunda cola de reenvío de paquetes asociada al
- 60 segundo intervalo de calidad de señal.
7. El método de la reivindicación 1, que comprende además:
- 65 insertar, en una lista enlazada, un primer elemento correspondiente al primer paquete de datos y primera calidad de señal asociada;

- insertar, en la lista enlazada, un segundo elemento correspondiente al segundo paquete de datos y segunda calidad de señal asociada; e iterar a través de la lista enlazada para identificar un conjunto de paquetes de datos para su encapsulación y transmisión basándose al menos en parte en una calidad de señal asociada a cada elemento de la lista enlazada.
- 5
8. El método de la reivindicación 1, en donde la codificación y modulación adaptativa se lleva a cabo según una norma DVB-S2.
- 10
9. El método de la reivindicación 1, en donde la calidad de señal comprende al menos uno de una relación de señal a ruido, una relación de señal a ruido estimada, una tasa de error de bits, un nivel de potencia de recepción, y otro indicador de calidad de enlace de comunicación.
- 15
10. Un dispositivo (400) para aplicar una codificación y modulación adaptativa de una señal de radiodifusión, comprendiendo el dispositivo:
- una unidad (405) de clasificación configurada para:
- 20
- asociar un primer esquema (205) de modulación y codificación a un primer paquete que va a recibirse en un primer enlace definido por una calidad de señal en un primer intervalo (210) de calidad de señal;
- asociar un segundo esquema de modulación y codificación de orden superior a un segundo paquete que va a recibirse en un segundo enlace definido por una calidad de señal en un segundo intervalo de calidad de señal de una calidad mejor que la del primer intervalo de calidad de señal;
- 25
- una unidad (415) de encapsulación, acoplada con la unidad (405) de clasificación, y configurada para encapsular el primer paquete y el segundo paquete en una primera trama; y una unidad (420) de modulación y codificación, acoplada con la unidad (415) de encapsulación, y configurada para codificar y mapear la trama según el primer esquema (205) de modulación y codificación,
- 30
- que se caracteriza por que el dispositivo (400) está configurado para:
- aplicar una política de encapsulación de paquetes de datos asociados a distintos esquemas de modulación y codificación en una trama que se va a transmitir según un esquema de modulación y codificación de orden más bajo de los diferentes esquemas de modulación y codificación, aplicándose la política únicamente cuando no hay ningún paquete de datos restante asociado al esquema de modulación y codificación de orden más bajo, en donde la política comprende:
- 35
- determinar una longitud de un relleno potencial para el al menos un paquete de datos asociado a un primer esquema de modulación y codificación;
- determinar que no queda ningún paquete de datos asociado al primer esquema de modulación y codificación para llenar el relleno potencial; y
- llenar el relleno potencial con el paquete de datos asociado al segundo esquema de modulación y codificación.
- 40
- 45
11. El dispositivo de la reivindicación 10, en donde, la unidad de clasificación está configurada además para variar al menos uno del primer intervalo de calidad de señal y el segundo intervalo de calidad de señal para modificar un margen de fiabilidad para un paquete de datos transmitido destinado a un enlace dentro del intervalo de calidad de señal modificado.
- 50
12. El dispositivo de la reivindicación 10, en donde,
- la unidad de encapsulación está configurada además para:
- 55
- fragmentar el segundo paquete de datos en un primer fragmento y un segundo fragmento; encapsular el primer fragmento en la primera trama; y encapsular el segundo fragmento en una segunda trama que se va a transmitir según el segundo esquema de modulación y codificación.
- 60
13. El dispositivo de la reivindicación 10, en donde, la unidad de clasificación está configurada para agrupar los paquetes de datos asociados a distintos esquemas de modulación y codificación para su encapsulación en una trama que se va a transmitir según un esquema de modulación y codificación de orden más bajo de los diferentes esquemas de modulación y codificación, debiendo producirse la agrupación cuando no haya ningún paquete de datos restante asociado al esquema de modulación y codificación de orden más bajo.
- 65
14. El dispositivo de la reivindicación 10, que comprende además un transmisor configurado para:

transmitir tramas adicionales en la señal de radiodifusión según un orden de progresión definido; e interrumpir el orden de progresión definido al expirar un temporizador para transmitir, en una segunda trama, un paquete que supera una antigüedad umbral.

- 5
15. El dispositivo de la reivindicación 14, en donde, el transmisor está configurado adicionalmente para variar el periodo del temporizador basándose al menos en parte en una latencia asociada con la transmisión de las tramas adicionales.

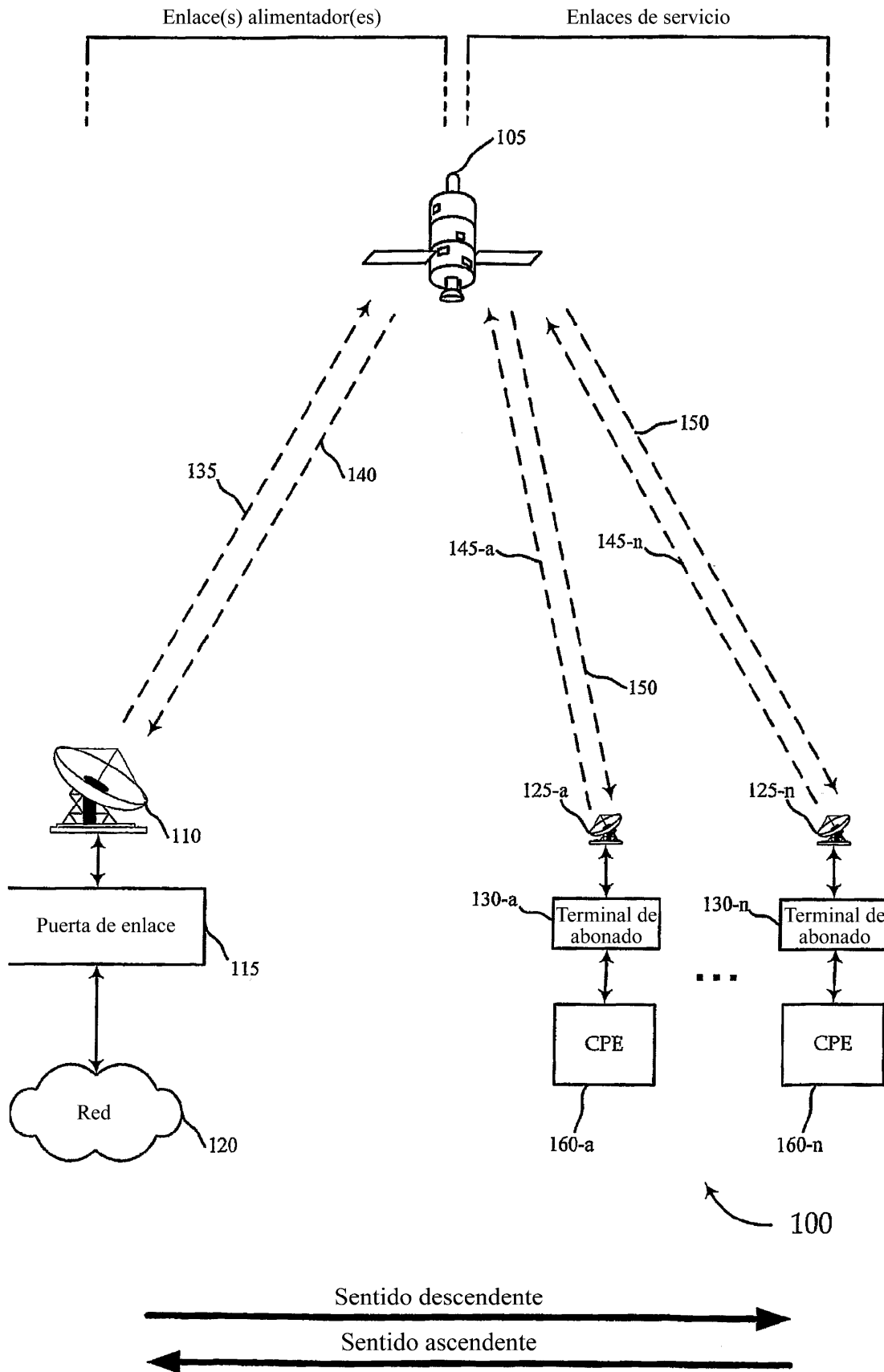


FIG. 1

205 210

ModCod Intervalo de calidad de señal (SNR)

QPSK 1/4	Intervalo 1
QPSK 1/3	Intervalo 2
QPSK 2/5	Intervalo 3
QPSK 1/2	Intervalo 4
QPSK 3/5	Intervalo 5
QPSK 2/3	Intervalo 6
QPSK 3/4	Intervalo 7
QPSK 4/5	Intervalo 8
QPSK 5/6	Intervalo 9
QPSK 8/9	Intervalo 10
QPSK 9/10	Intervalo 11
8PSK 3/5	Intervalo 12
8PSK 2/3	Intervalo 13
8PSK 3/4	Intervalo 14
8PSK 5/6	Intervalo 15
8PSK 8/9	Intervalo 16
8PSK 9/10	Intervalo 17
16APSK 2/3	Intervalo 18
16APSK 3/4	Intervalo 19
16APSK 4/5	Intervalo 20
16APSK 5/6	Intervalo 21
16APSK 8/9	Intervalo 22
16APSK 9/10	Intervalo 23
32APSK 3/4	Intervalo 24
32APSK 4/5	Intervalo 25
32APSK 5/6	Intervalo 26
32APSK 8/9	Intervalo 27
32APSK 9/10	Intervalo 28

200

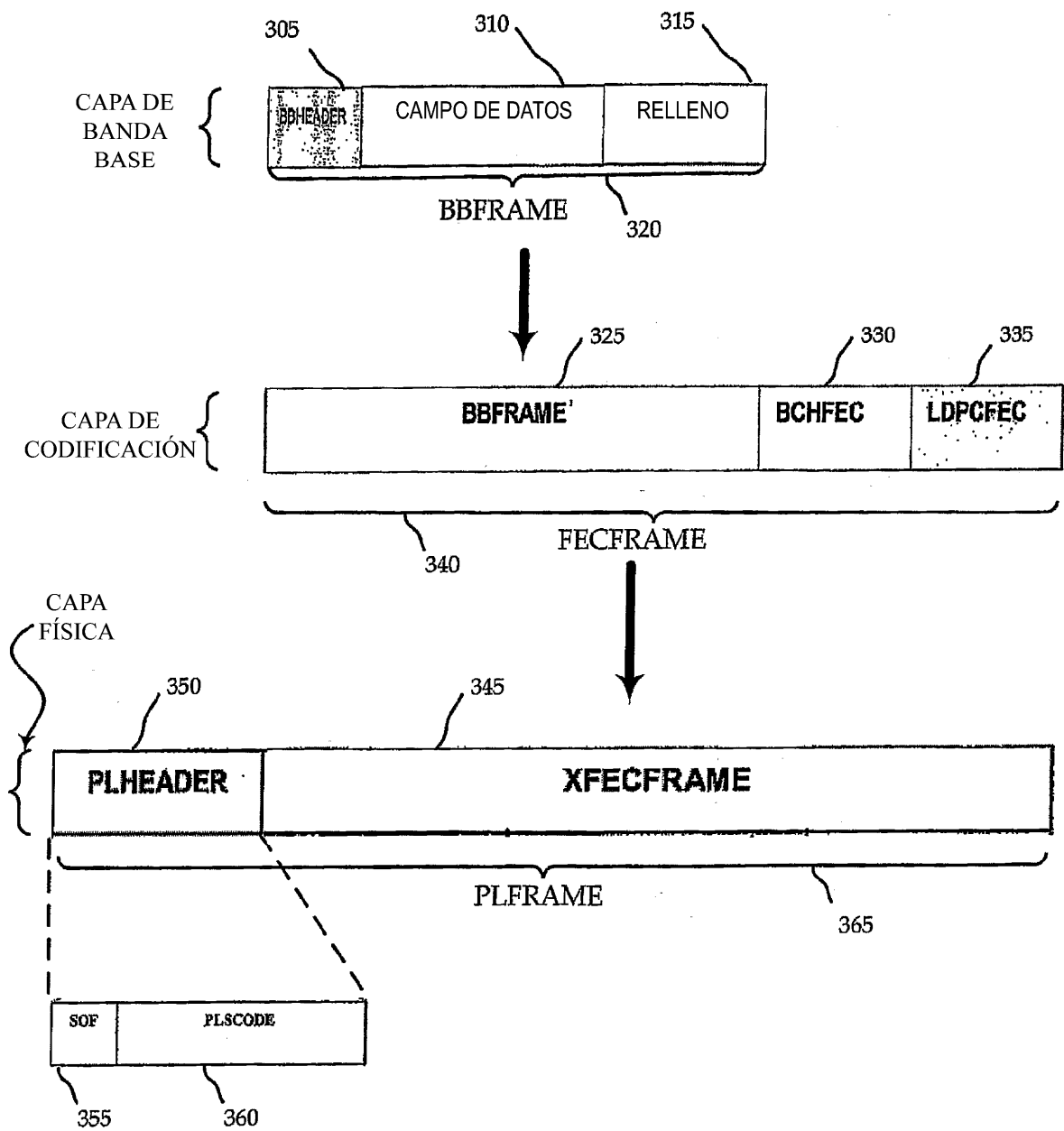
FIG. 2A

255 260

Dirección MAC	SNR
Dirección MAC 1	A
Dirección MAC 2	B
Dirección MAC 3	C
Dirección MAC 4	D
Dirección MAC 5	E
Dirección MAC 6	F
Dirección MAC 7	G
⋮	⋮
Dirección MAC n	N

250

FIG. 2B



300

FIG. 3

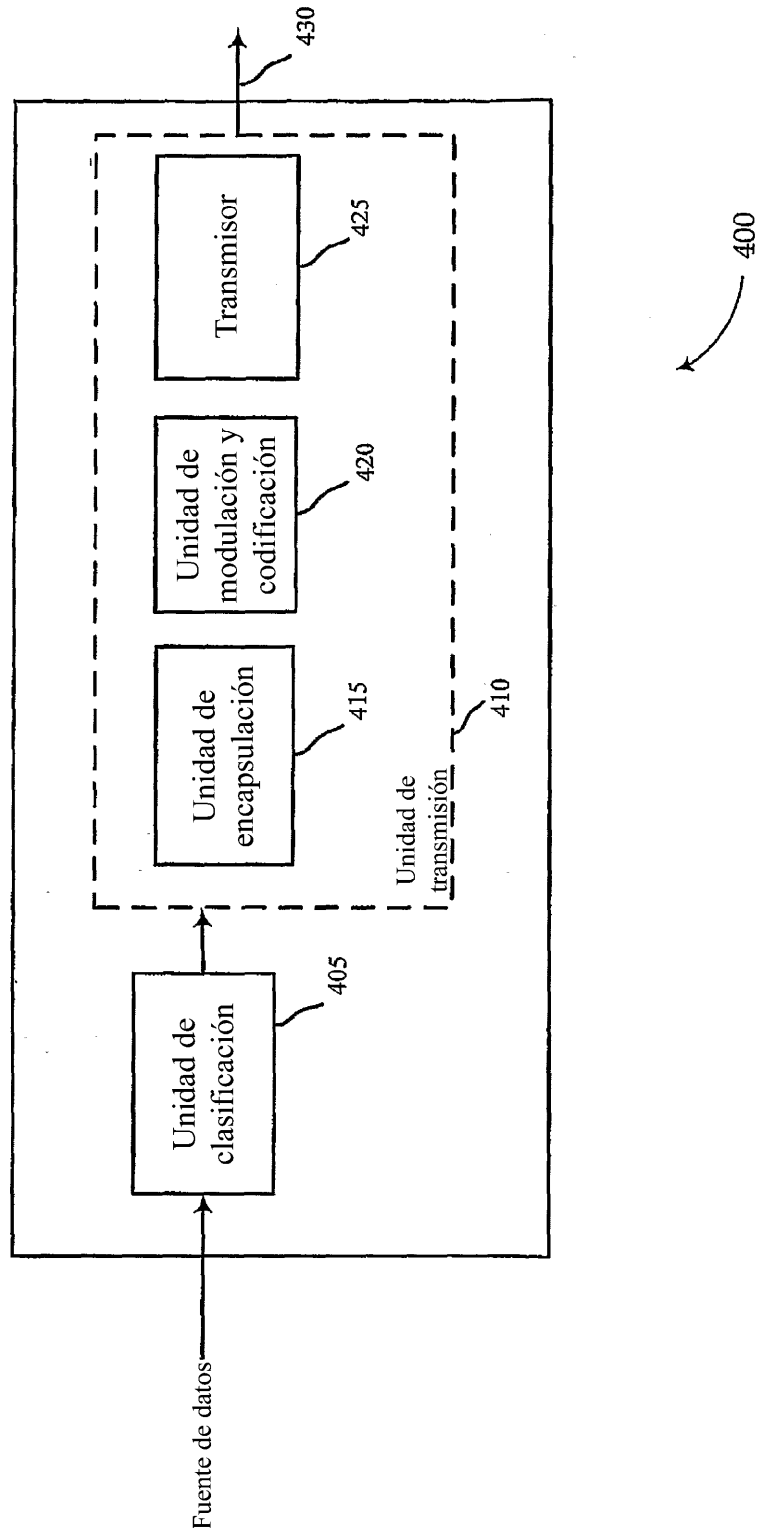


FIG. 4

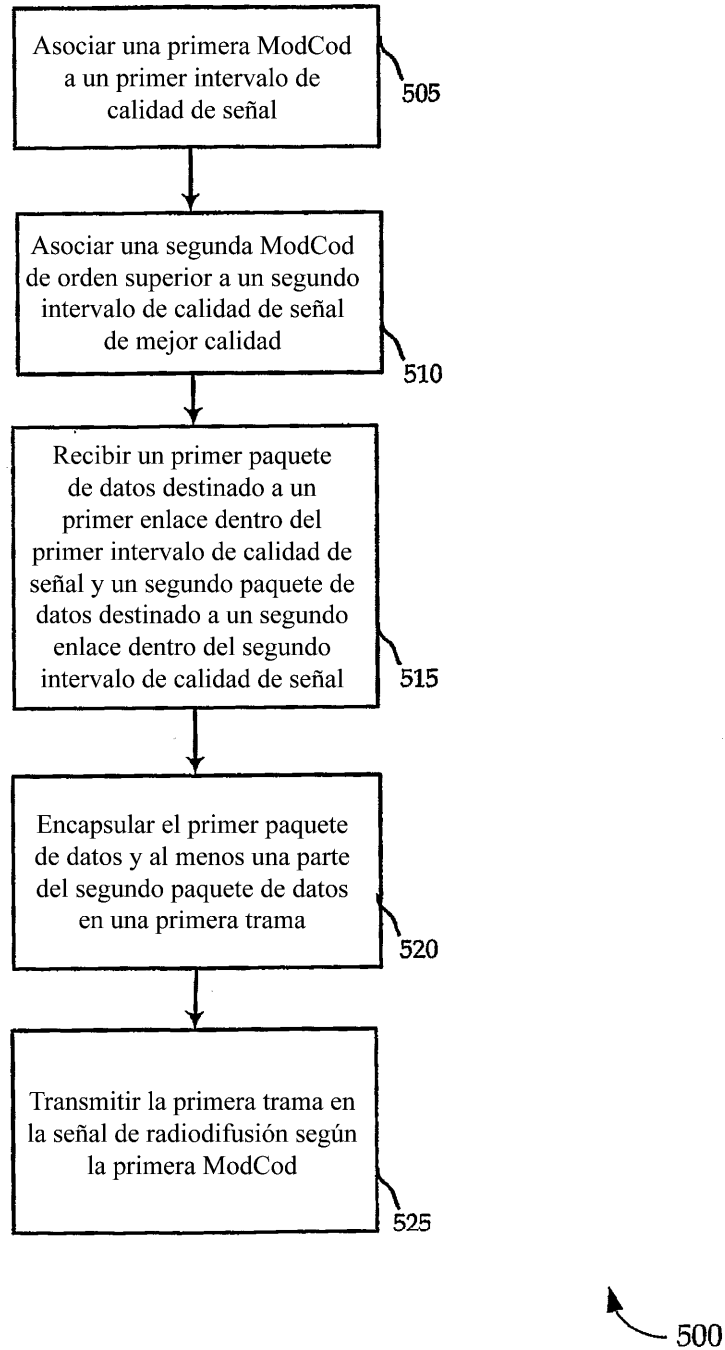


FIG. 5

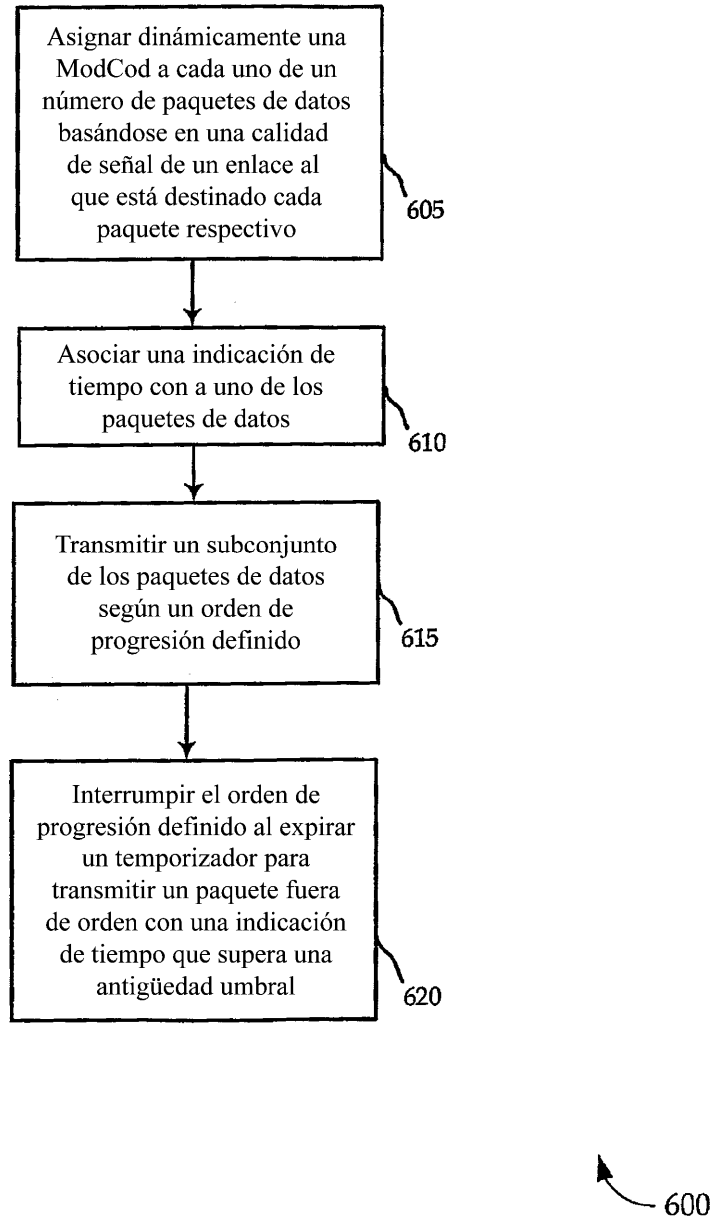


FIG. 6

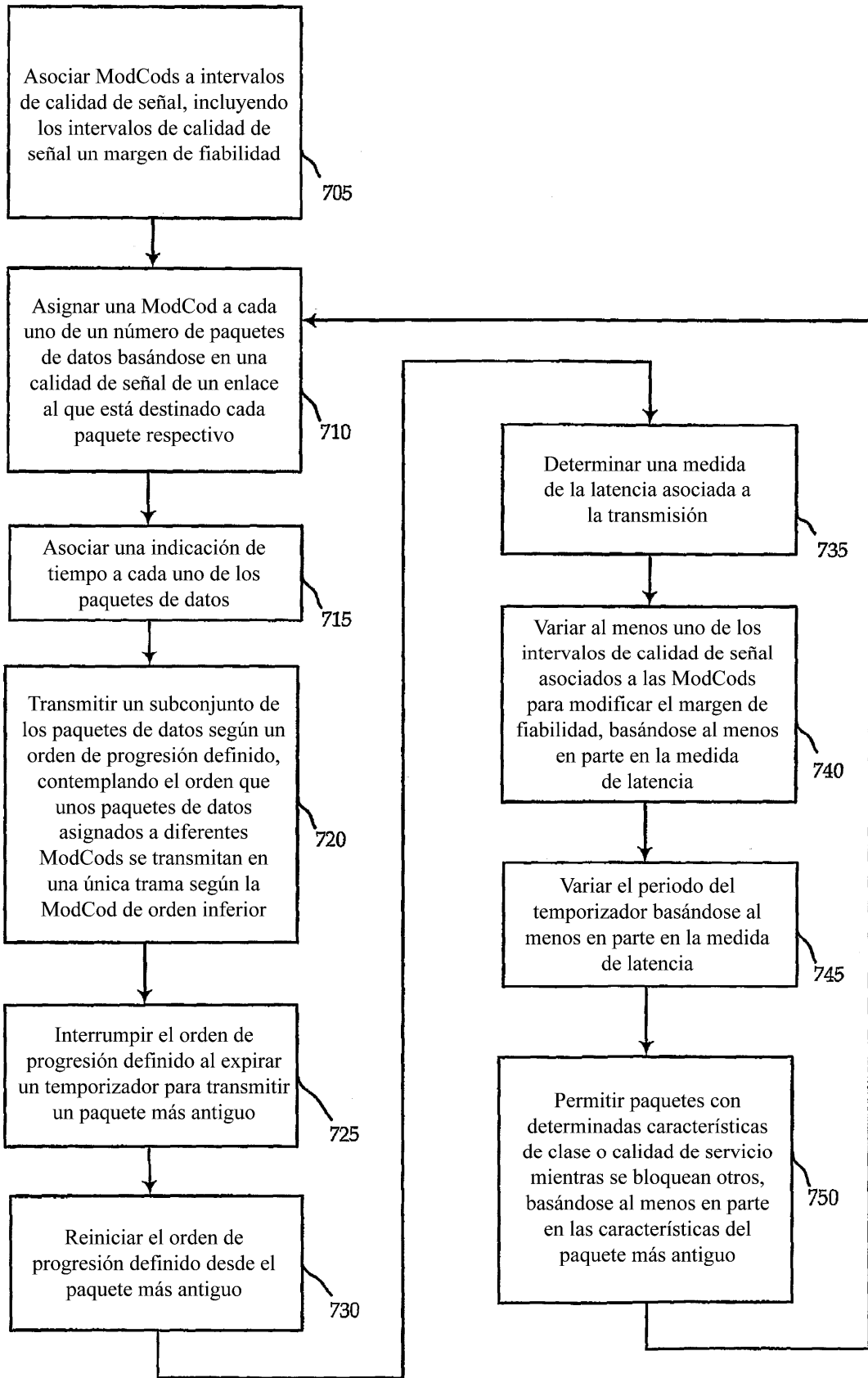


FIG. 7

700

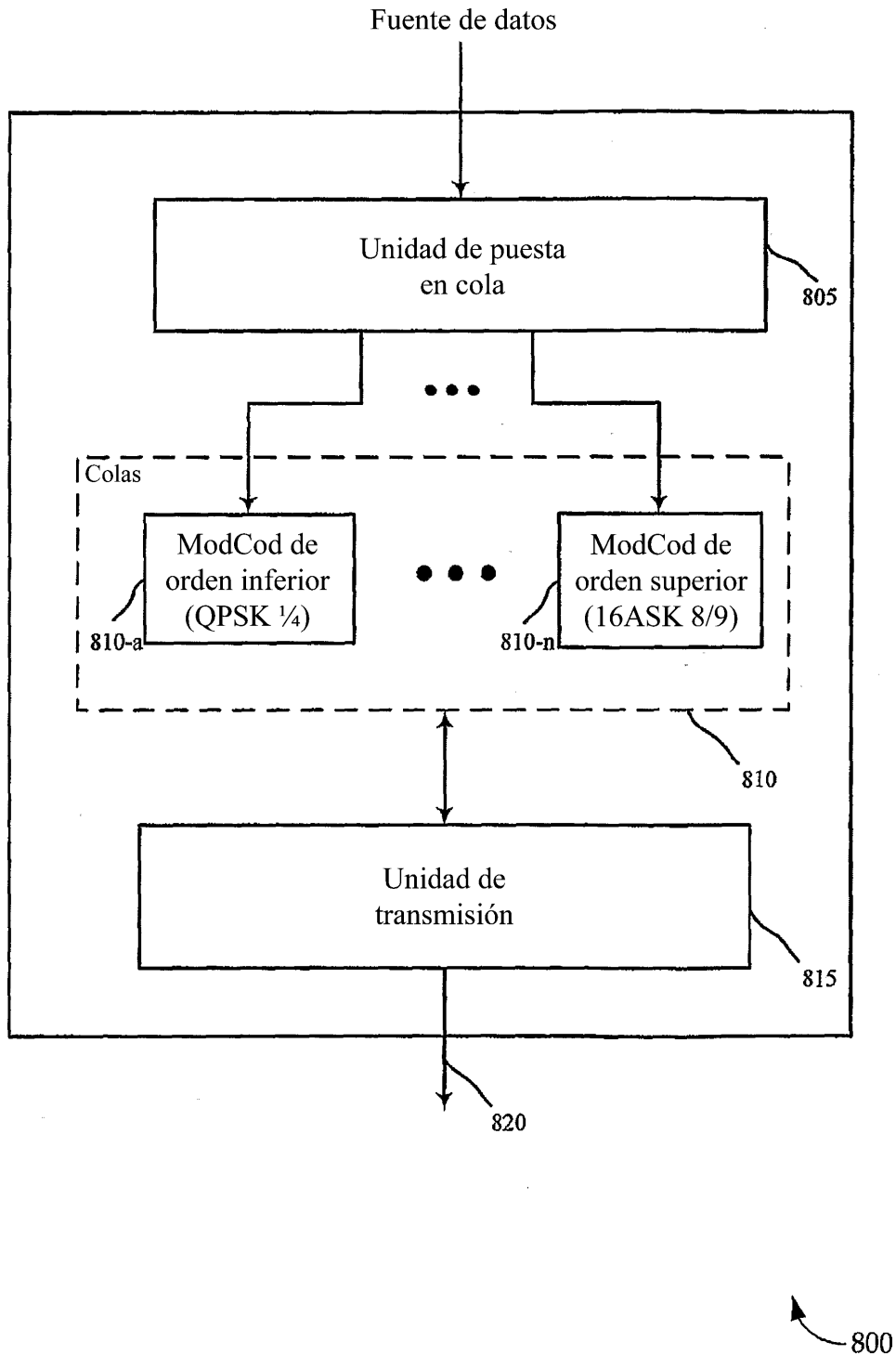


FIG. 8

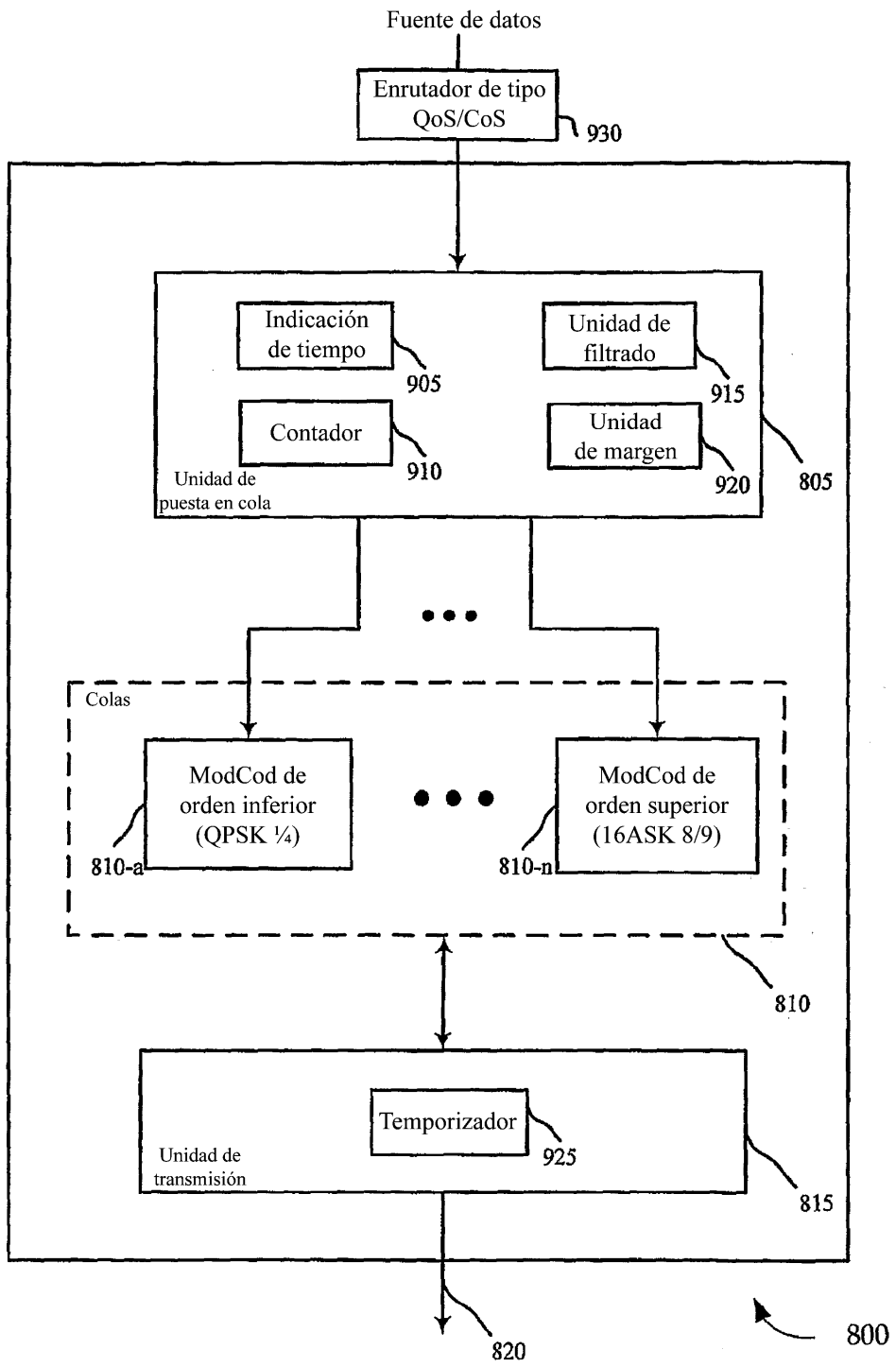


FIG. 9

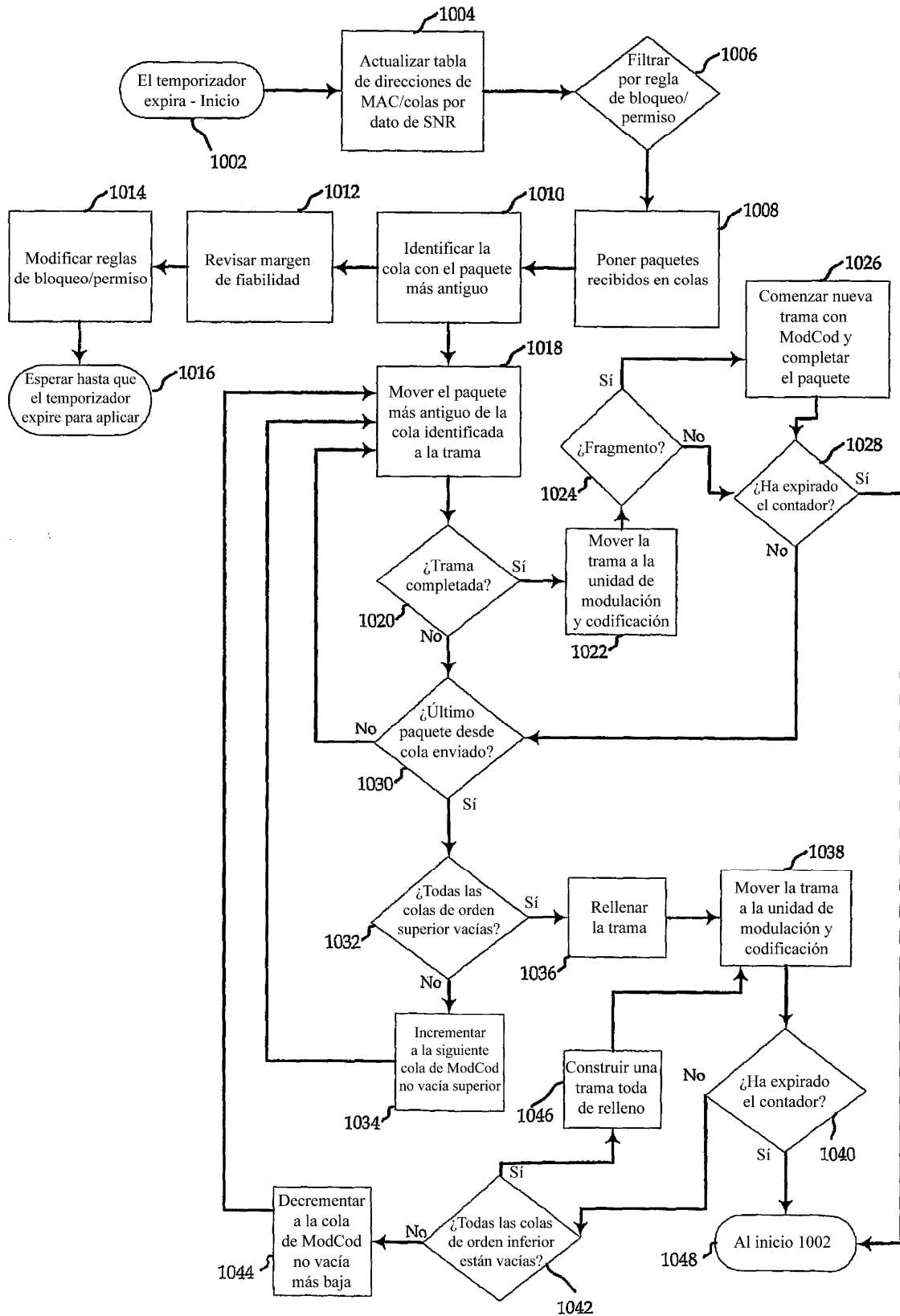


FIG. 10

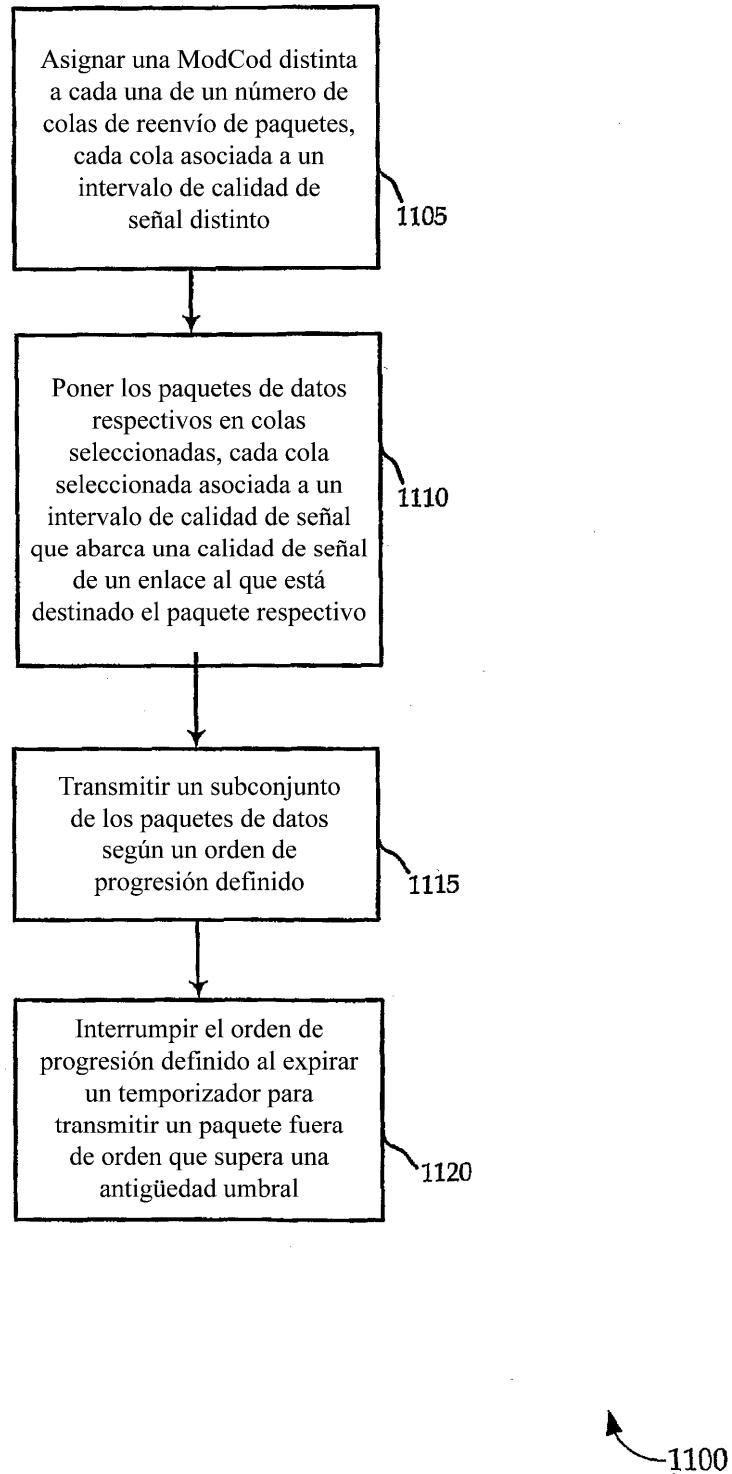


FIG. 11

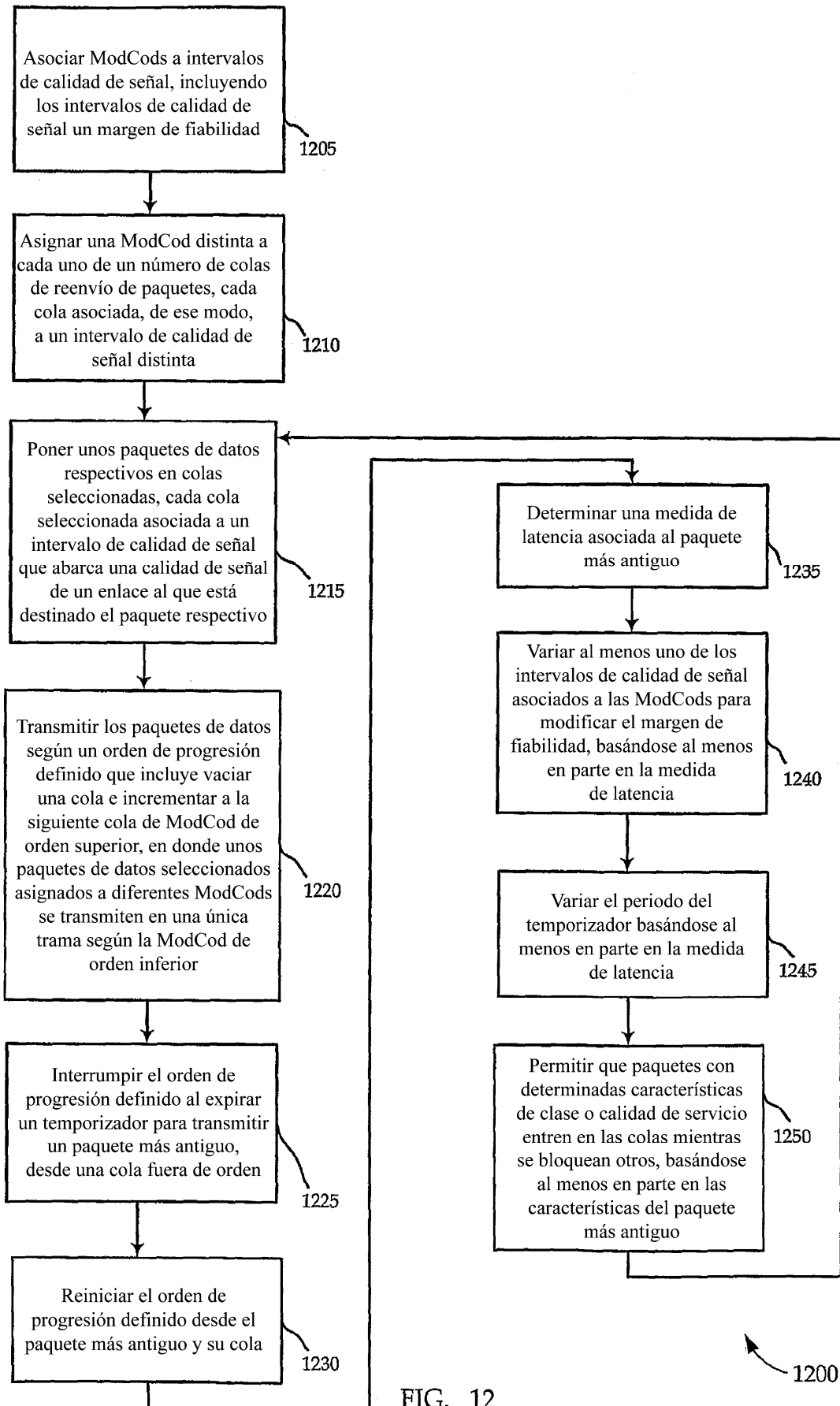


FIG. 12

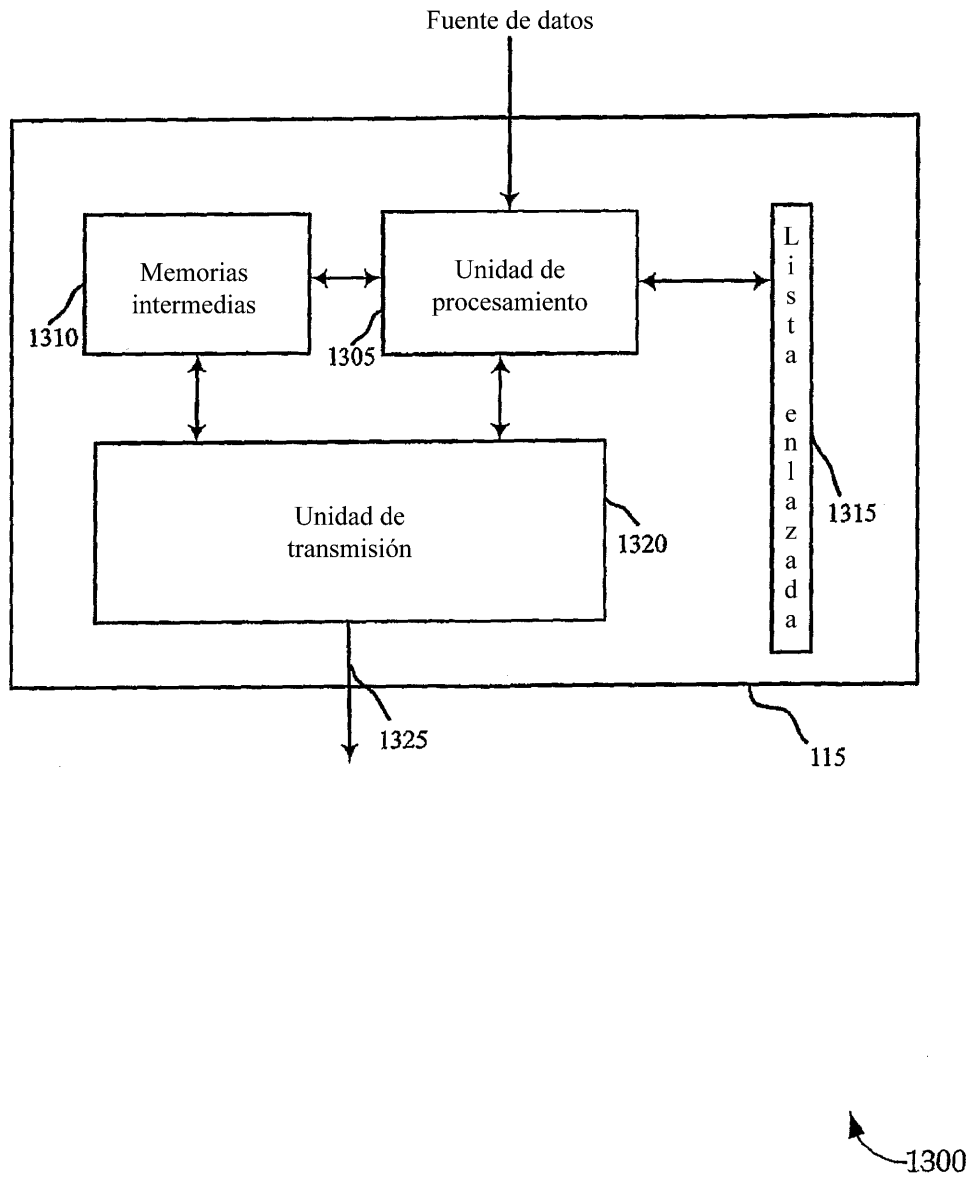


FIG. 13

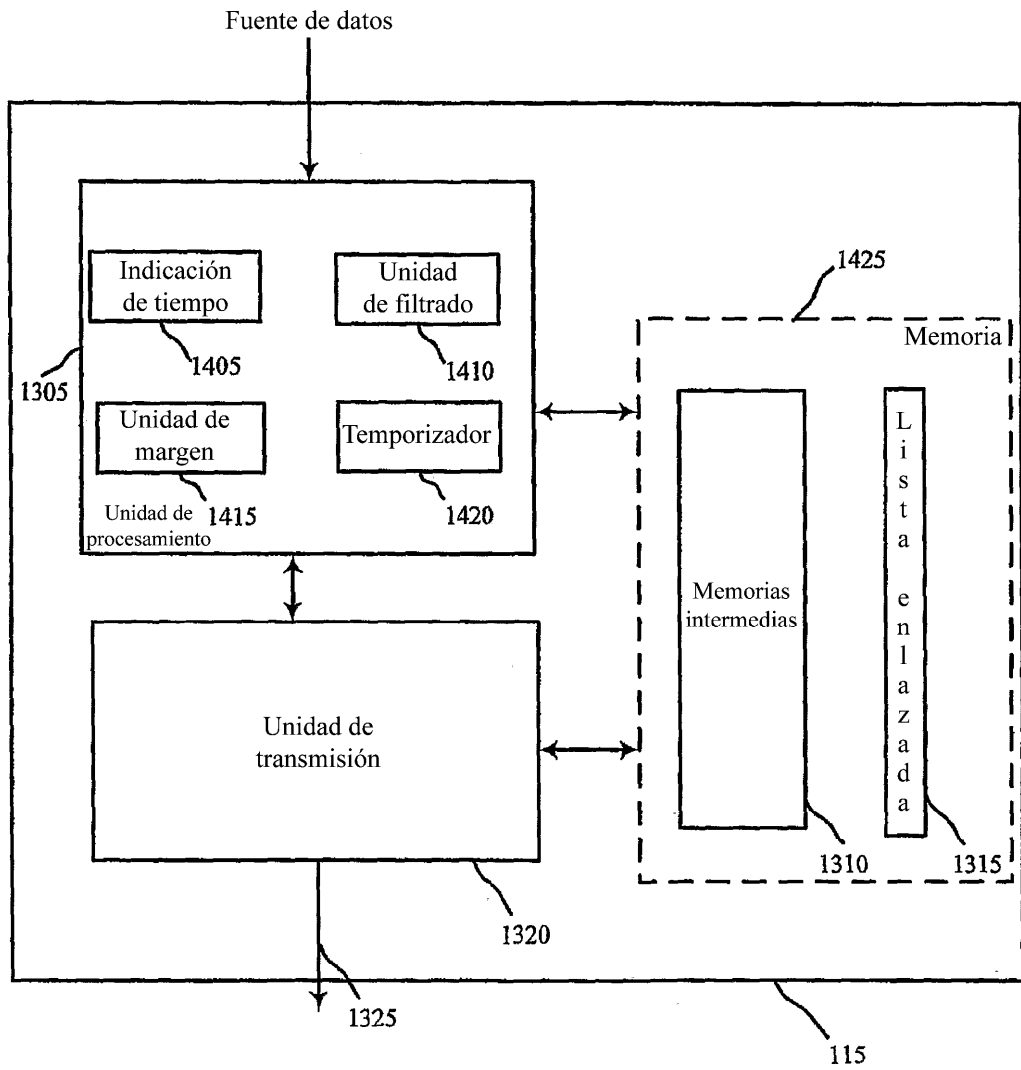


FIG. 14

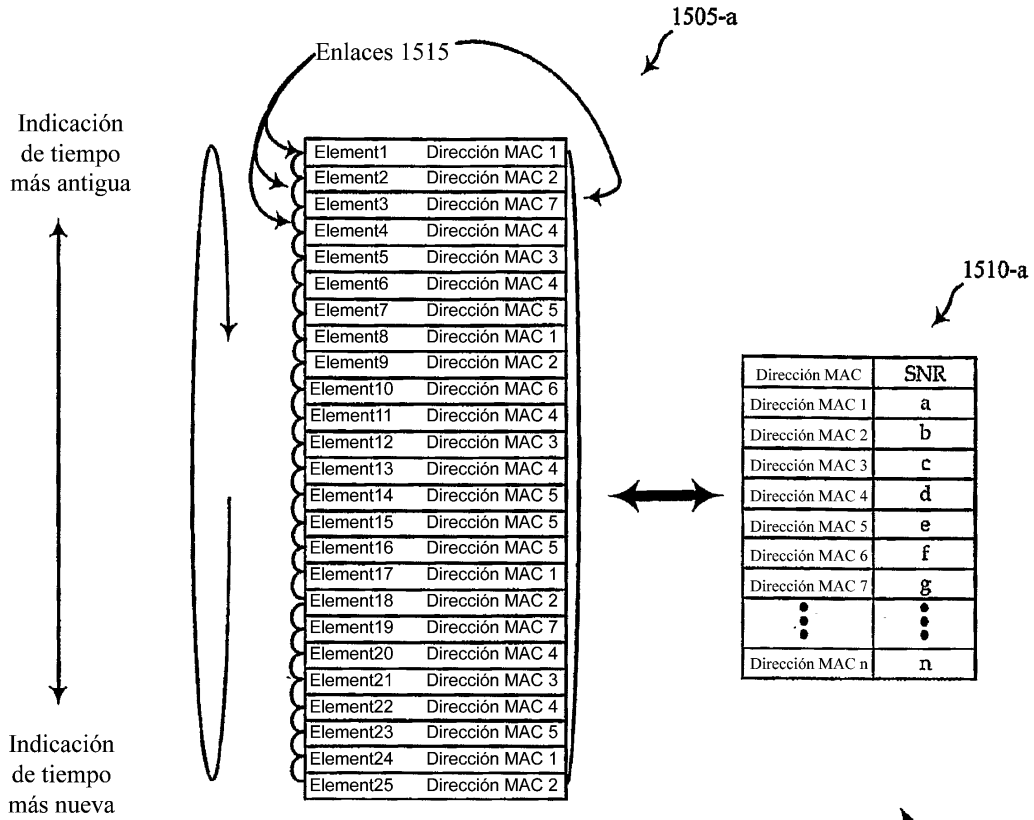


FIG. 15A

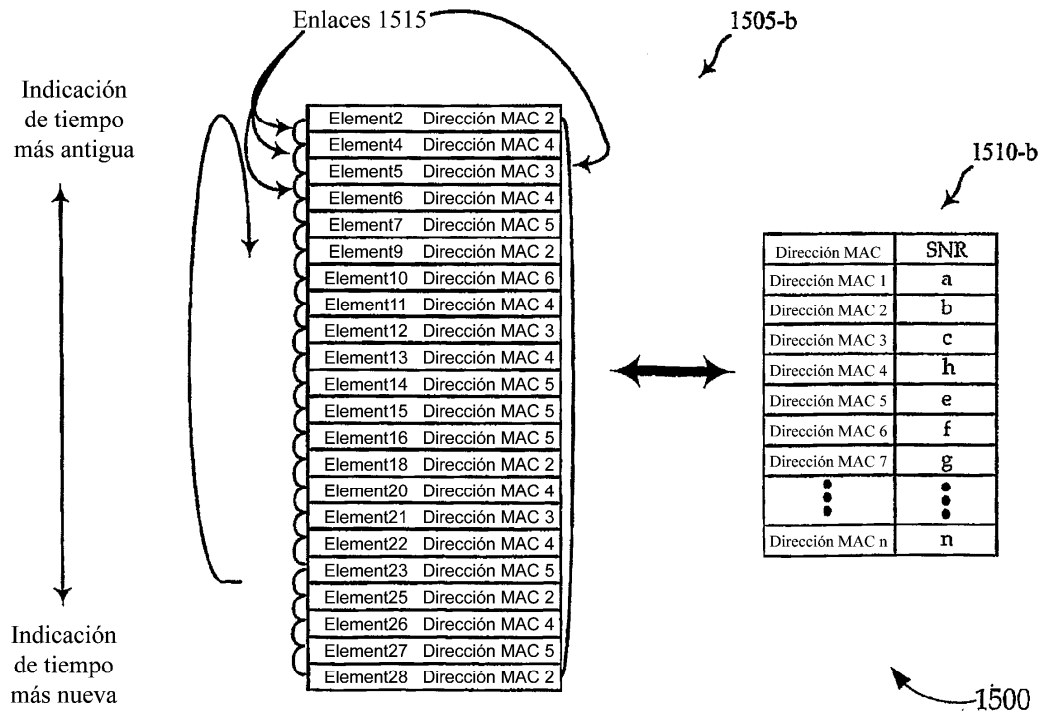


FIG. 15B

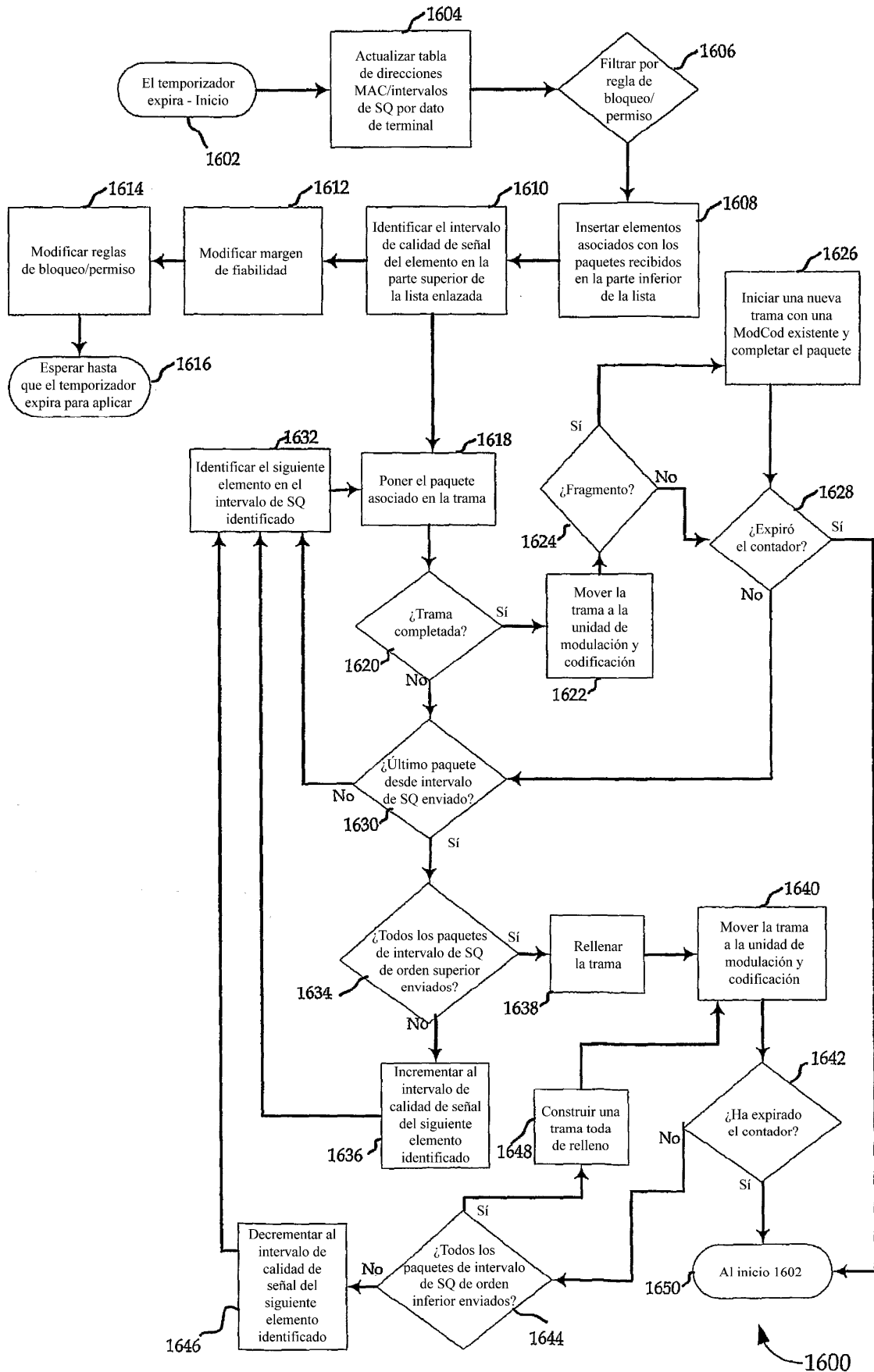


FIG. 16

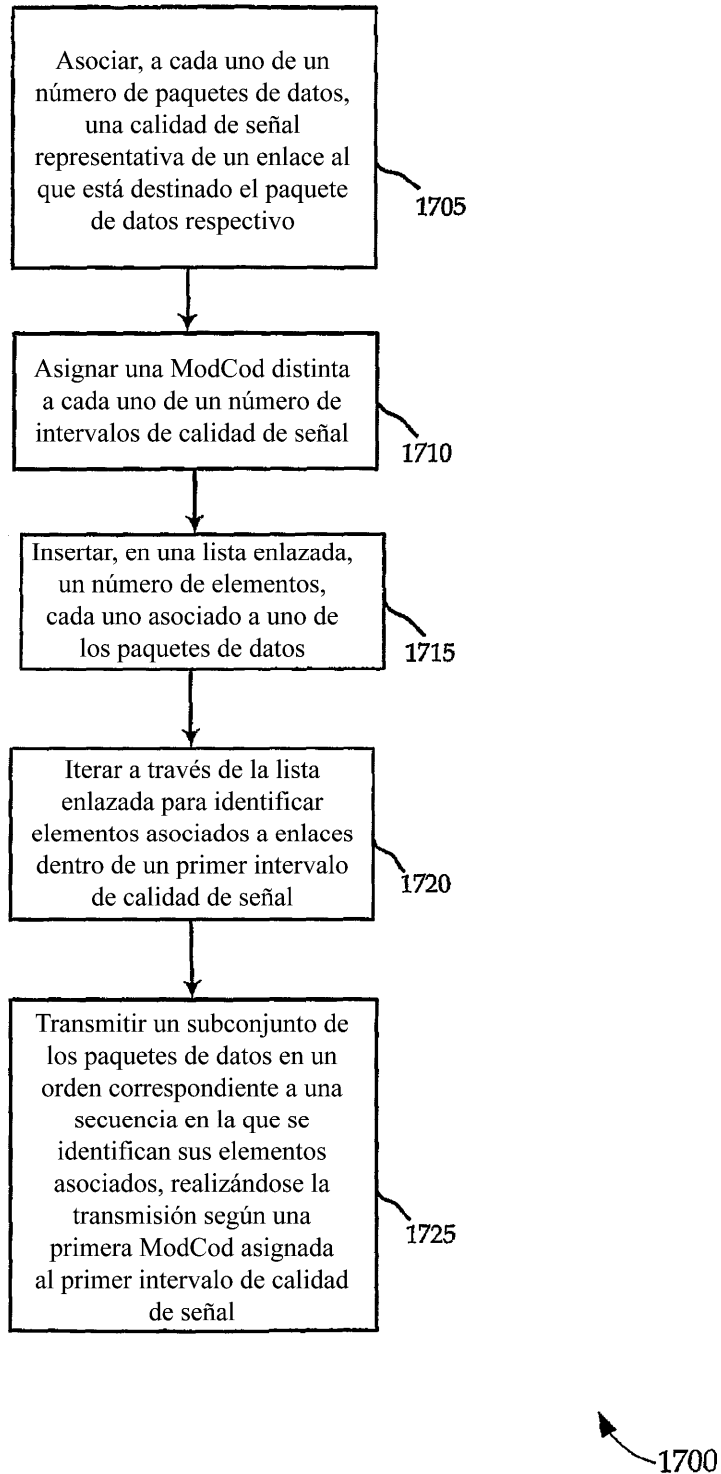
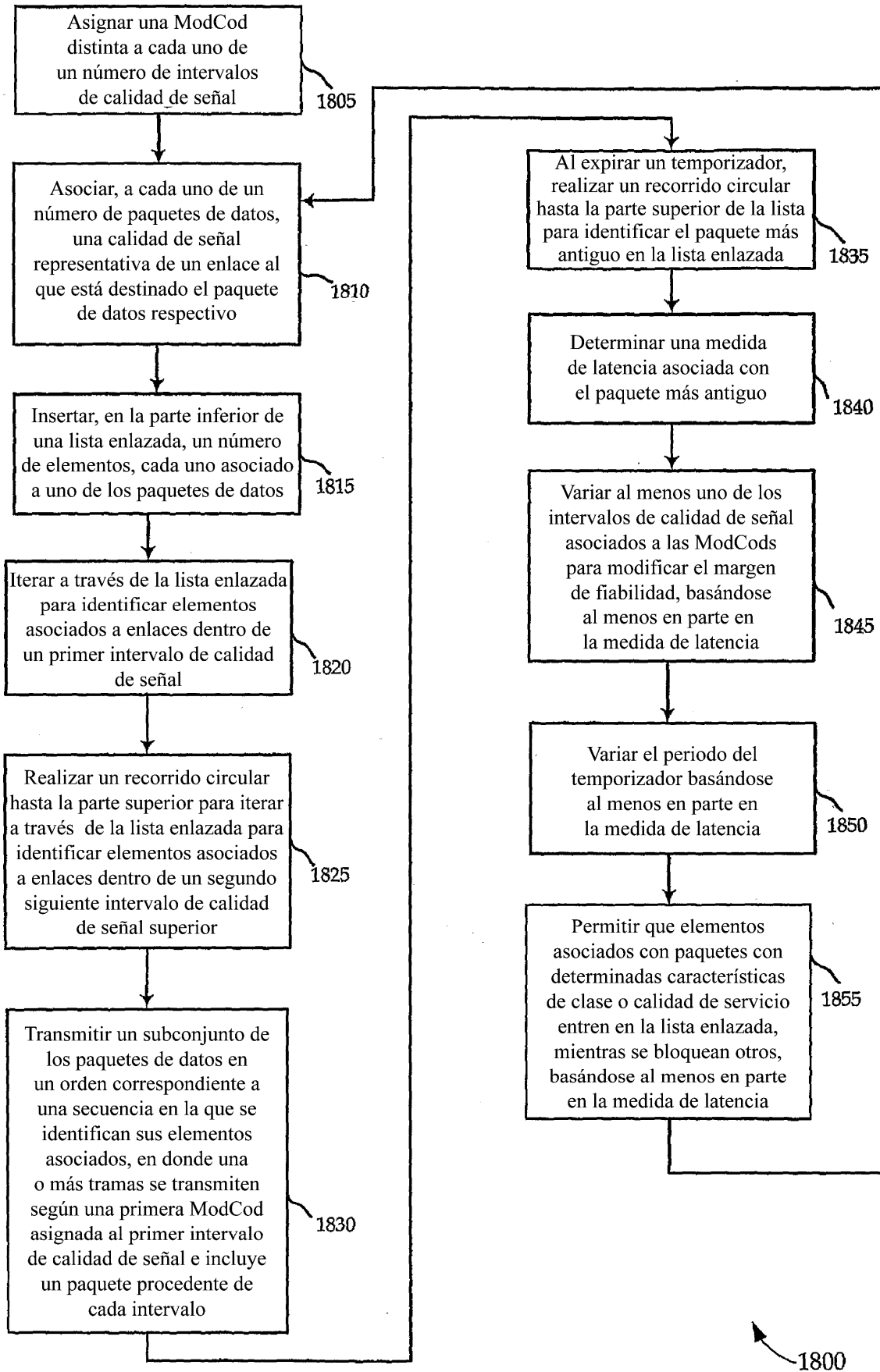
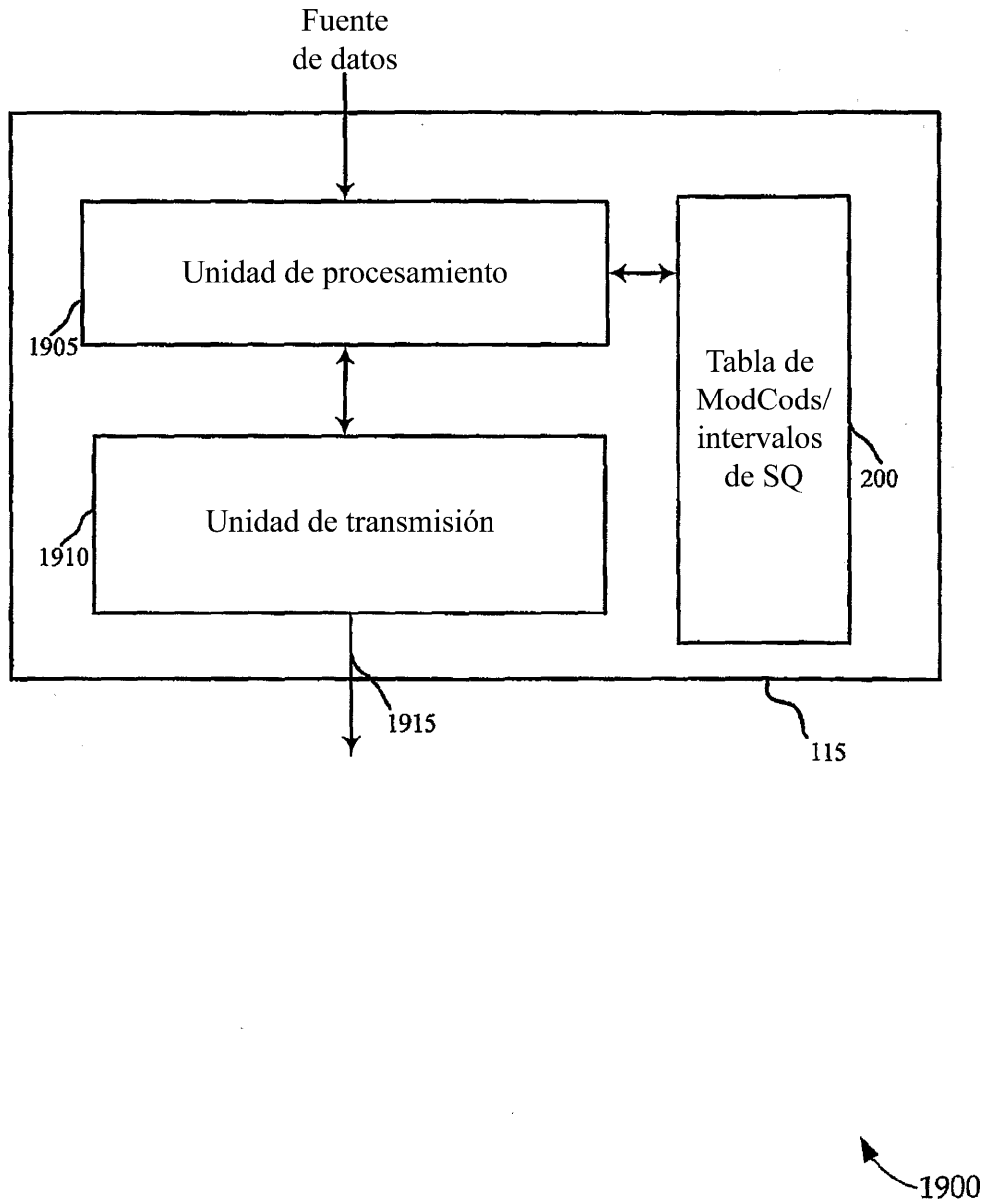


FIG. 17





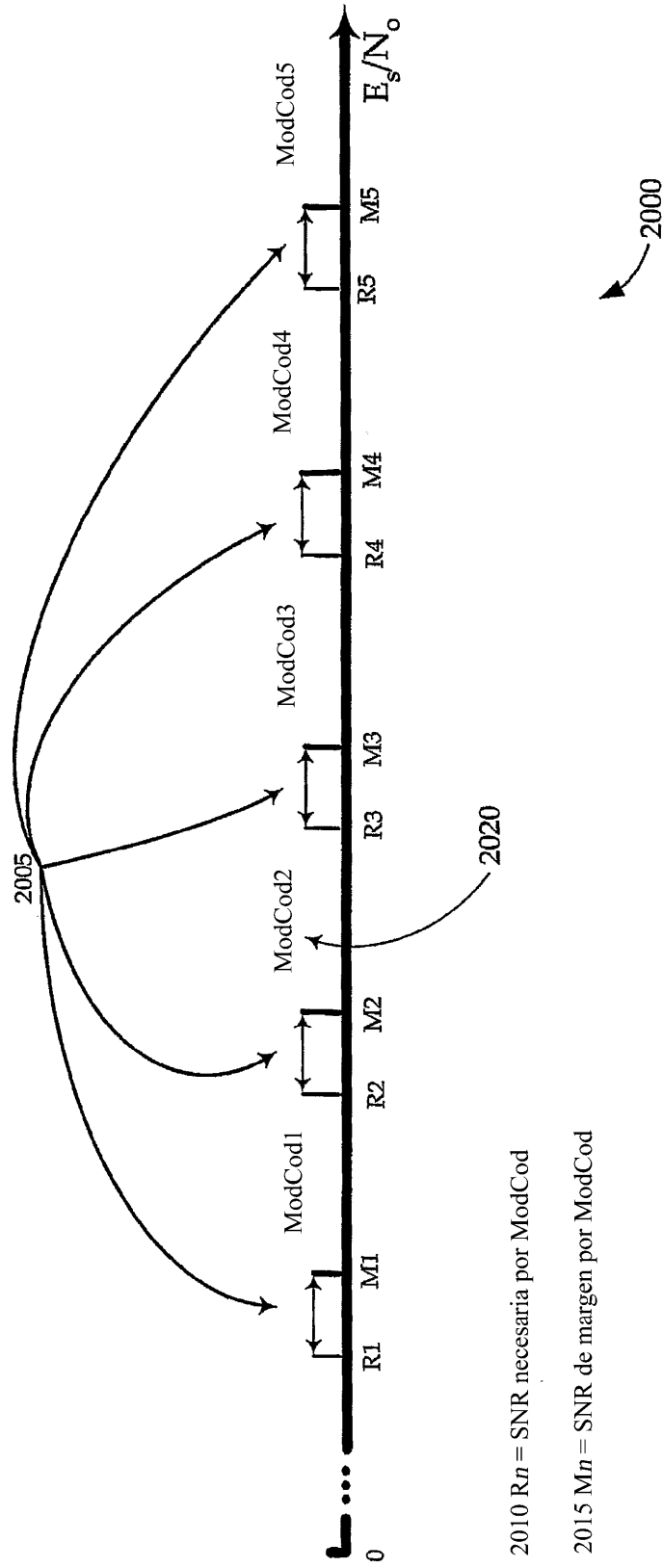


FIG. 20

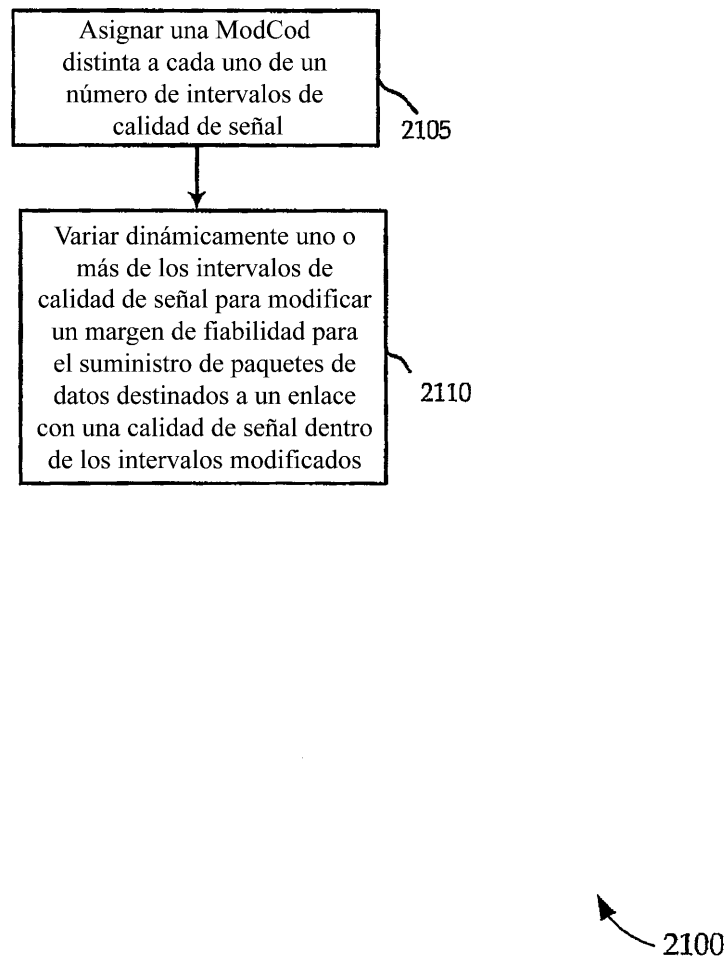


FIG. 21

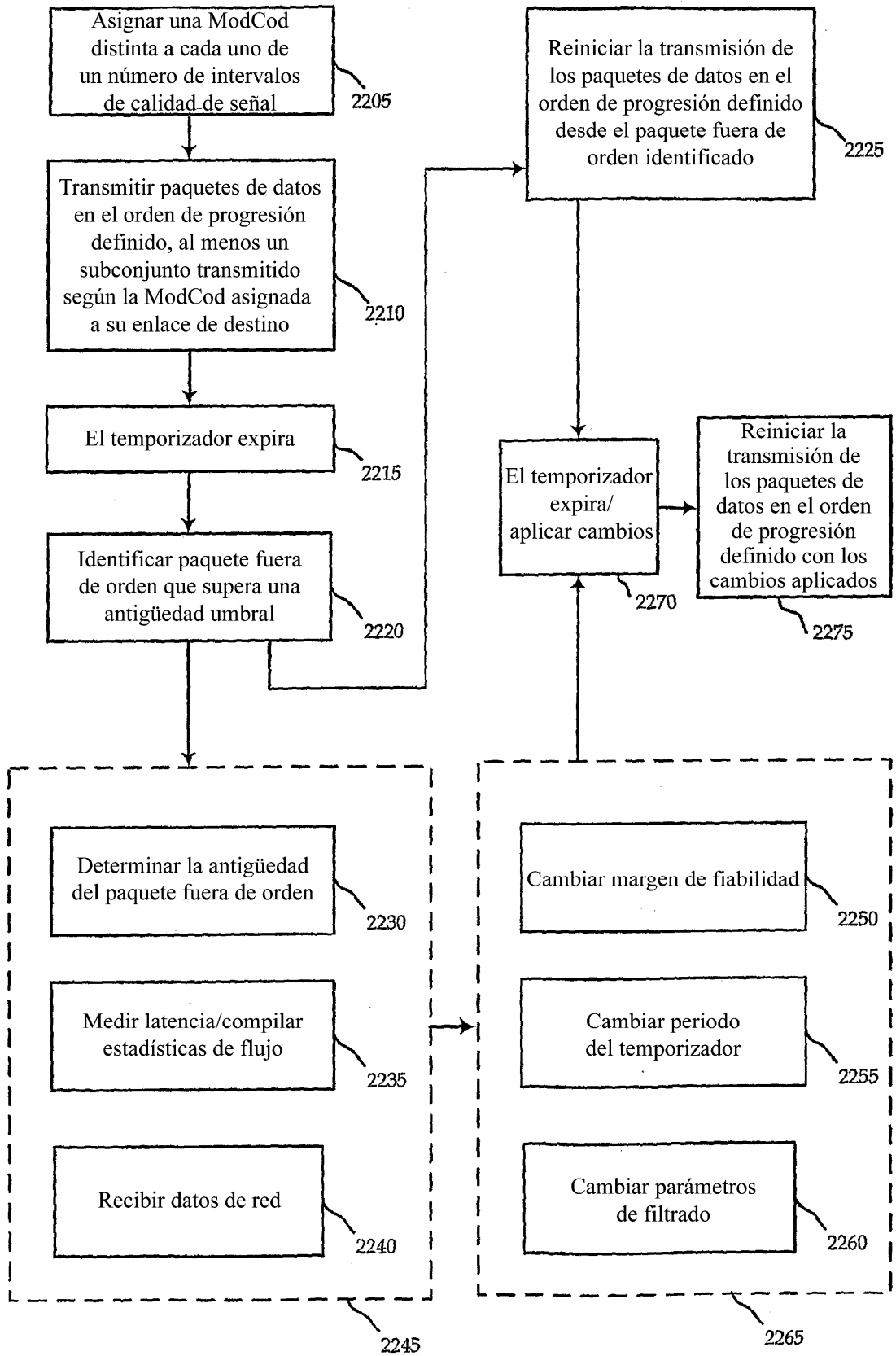


FIG. 22

2200