

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 791 748**

51 Int. Cl.:

H04M 11/06 (2006.01)

H04B 3/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.08.2014 PCT/EP2014/068247**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.03.2015 WO15028545**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.08.2014 E 14766920 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.02.2020 EP 3039851**

54 Título: **Ahorro de energía en sistemas de comunicación**

30 Prioridad:

29.08.2013 US 201361871850 P

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

05.11.2020

73 Titular/es:

**LANTIQ BETEILIGUNGS-GMBH & CO. KG
(100.0%)
Lilienthalstraße 15
85579 Neubiberg, DE**

72 Inventor/es:

OKSMAN, VLADIMIR

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 791 748 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

Ahorro de energía en sistemas de comunicación

5 **Campo técnico**

La presente solicitud se refiere al ahorro de energía en sistemas de comunicación.

10 **Antecedentes**

15 La tecnología de la línea de abonados digital (DSL) es una tecnología que se emplea con frecuencia hoy en día para prestar servicios de banda ancha a clientes. Se han desarrollado diversas variaciones e implementaciones de DSL, por ejemplo ADSL, ADSL2, VDSL, VDSL2, etc. hasta *G.fast*, actualmente en desarrollo. Todas estas variantes se denominarán genéricamente DSL en el presente documento. La tecnología DSL, a lo largo de toda su historia, intentó
20 aumentar la velocidad de bits para que se pudieran prestar más servicios de banda ancha a clientes. Anteriormente, se empleaban líneas de cable, como bucles de cobre, (por ejemplo, de sistemas telefónicos convencionales) desplegadas desde una oficina central (CO) hasta las instalaciones de cliente (CPE), que eran bastante largas y no permitían la transmisión de datos con velocidades de bits superiores a unos pocos Mb/s (megabits por segundo). Para aumentar las velocidades de bits disponibles para los clientes, las redes de acceso modernas usan armarios de calle, armarios de unidades multihabitacionales (MDU) y disposiciones similares que se instalan cerca de las instalaciones de cliente. Dicho armario puede, por ejemplo, estar conectado a la oficina central mediante una línea de comunicación de fibra de alta velocidad, por ejemplo, una red óptica pasiva de gigabits (GPON). Desde estos armarios, los sistemas DSL de alta velocidad, tales como DSL de velocidad de bits muy alta (VDSL2) proporcionan conexión a las instalaciones de cliente.

25 Los sistemas VDSL2 actualmente implantados (tal como se define, por ejemplo, en la recomendación G.993.2 de la ITU-T) tienen un alcance de funcionamiento de aproximadamente 1 km, proporcionando velocidades de bits en el intervalo de decenas de Mb/s. Para aumentar la velocidad de bits de los sistemas VDSL2 implantados desde el armario, la reciente recomendación G.993.5 de la ITU-T definió la transmisión vectorizada, que permite aumentar las velocidades de bits de subida y de bajada hasta 100 Mb/s. La mayoría de sistemas VDSL2 se implantan actualmente desde armarios y se actualizan para implementar un funcionamiento de vectorización basado en la recomendación G.993.5. *G.fast*, que está actualmente en desarrollo, tiene como objetivo velocidades de bits aún más altas y también puede emplear vectorización.

35 El consumo de energía es uno de los problemas clave para la implantación de los armarios. Dado que la mayoría de líneas DSL están siempre activas, consumen energía todo el tiempo, independientemente de si el cliente está usando un servicio o no. Con el objetivo de reducir el consumo de energía, una técnica eficiente de reducción de potencia sería deseable para reducir la potencia de transmisión durante el tiempo en que la línea no se utiliza de manera activa o se usa con una velocidad de bits reducida. Por ejemplo, sería deseable reducir el consumo de energía durante el
40 tiempo en el que el sistema funciona con una velocidad de bits reducida (como el servicio VoIP solamente) o está en modo de suspensión, cuando solo las señales de "mantener vivo" rara vez se intercambian entre la CO y la CPE.

45 Una manera convencional de reducir la potencia es simplemente apagar el módem, y los clientes son bienvenidos a hacerlo. Sin embargo, la mayoría de ellos no lo hacen, por ejemplo, dejando la línea activa incluso durante la noche para evitar el largo tiempo de espera de inicialización de la DSL (en una VDSL2 vectorizada, puede tardar hasta 60-90 segundos). Por la misma razón, difícilmente es posible ahorrar energía de esta manera en interrupciones más cortas en la transmisión de datos durante el día. Otra razón es que en una DSL vectorizada, la salida (por ejemplo, cuando se desactiva) y la unión (por ejemplo, cuando se vuelve a activar) de una línea a un grupo vectorizado puede requerir algunos ajustes en otras líneas, lo que puede afectar al rendimiento de servicios existentes.

50 Otra manera es aplicar el denominado "modo de baja potencia" utilizado actualmente en ADSL2 y también propuesto para VDSL2 en algún momento. Con el modo de baja potencia de ADSL, un módem supervisa el tráfico de datos entrante y pasa a un modo de baja potencia de transmisión y baja carga de bits cuando la velocidad de bits requerida disminuye sustancialmente. Cuando la velocidad de bits de servicio vuelve a valores altos, el módem sale del modo de baja potencia y vuelve al funcionamiento normal. Este procedimiento es bastante eficiente, ya que el consumo de energía del módem depende significativamente del valor de la potencia de transmisión.

55 Para evitar la pérdida de datos (mantener el proceso sin interrupciones), la salida del modo de baja potencia debe ser muy rápida; de lo contrario, los datos entrantes desbordarán la memoria intermedia y se perderán.

60 Una desventaja de un módulo de baja potencia L2 utilizado convencionalmente en ADSL es el comportamiento no estacionario de la línea. Cuando una línea pasa a L2, la diafonía que esta línea genera en otras líneas disminuye y otras líneas pueden aprovechar esta reducción de diafonía para aumentar sus velocidades de bits. Cuando la línea está volviendo rápidamente a su funcionamiento normal, la diafonía generada por esta línea aumenta repentinamente, lo que puede reducir significativamente el rendimiento de otras líneas e incluso hacer que queden desincronizadas. Por lo tanto, el modo de baja potencia puede generar una conexión inestable.

Otro problema cuando el módem vuelve a la máxima potencia es que los tonos, es decir, las frecuencias portadoras, que se desactivaron durante el modo de baja potencia pueden no tener una SNR mínima necesaria cuando se activan. Para evitar un fallo de comunicación, un módem en modo de baja potencia puede tener que supervisar el estado de la línea para detectar también portadoras que no se utilizan. Esta supervisión se implementa volviendo de vez en cuando al modo de máxima potencia, midiendo la SNR real y actualizando tablas de carga de bits que se utilizarán cuando el módem vuelva al modo de máxima potencia. Esto genera ruido no estacionario adicional que puede provocar una reducción inaceptable del rendimiento en otras líneas operativas.

Otros enfoques convencionales utilizan un conjunto de tonos predeterminado que se transmiten sin ningún cambio de potencia tanto en modo de baja potencia como en modo de máxima potencia. Sin embargo, tales enfoques pueden ser problemáticos en lo que respecta a dar soporte a la vectorización, pueden limitar el ahorro de energía y/o pueden causar problemas cuando los tonos que se transmiten en modo de baja potencia no se pueden utilizar, por ejemplo, debido a la diafonía, interferencia de banda estrecha o una muesca en una función de transferencia en bucle debido a una derivación de puente.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema de acuerdo con una forma de realización.

La Fig. 2 es un diagrama de bloques más detallado que ilustra un sistema de acuerdo con una forma de realización que funciona en sentido de bajada.

La Fig. 3 es un diagrama de bloques más detallado de un sistema de acuerdo con una forma de realización que funciona en sentido de subida.

La Fig. 4 es un diagrama que ilustra la transmisión de símbolos de sincronización y de símbolos de carga útil de acuerdo con algunas formas de realización.

La Fig. 5 es un diagrama que ilustra modos de baja potencia de acuerdo con algunas formas de realización.

La Fig. 6 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento.

La Fig. 7 es un diagrama que ilustra la salida de un modo de baja potencia de acuerdo con una forma de realización.

La Fig. 8 es un diagrama que ilustra la salida de un modo de baja potencia de acuerdo con otra forma de realización.

Descripción detallada

A continuación, se describirán en detalle diversas formas de realización con referencia a los dibujos adjuntos. Las formas de realización mostradas y descritas deben considerarse únicamente ejemplos ilustrativos y no deben interpretarse como limitativas. Las características o elementos de diferentes formas de realización se pueden combinar para generar formas de realización adicionales.

Cualquier conexión o acoplamiento mostrados en los dibujos o descritos en el presente documento se puede implementar como conexiones o acoplamientos directos, es decir, conexiones o acoplamientos sin elementos intermedios, o como conexiones o acoplamientos indirectos, es decir, conexiones o acoplamientos con uno o más elementos intermedios, siempre que se mantenga esencialmente el propósito general de la conexión o acoplamiento, por ejemplo, transmitir un determinado tipo de señal y/o transmitir un determinado tipo de información. Las conexiones o acoplamientos pueden ser conexiones o acoplamientos basados en cable o también pueden ser conexiones o acoplamientos inalámbricos, a menos que se indique lo contrario.

A continuación se utilizarán sistemas y dispositivos DSL como formas de realización ilustrativas. Esto no implica que las técnicas divulgadas en el presente documento no puedan ser aplicables a otros tipos de sistemas o técnicas de comunicación, por ejemplo, otras técnicas inalámbricas o basadas en cable. En cuanto a formas de realización que se describen usando DSL como ejemplo, se pretende que la terminología utilizada tenga el significado que se usa en la técnica de DSL, por ejemplo, tal como se define en diversas normas de DSL. DSL puede hacer referencia a cualquier tipo o variación de DSL, como ADSL, ADSL2, VDSL, VDSL2 o la emergente *G.fast*.

En algunas formas de realización, se puede identificar un modo de baja potencia para la asociación con al menos un transmisor o un receptor. Se puede comunicar el modo de baja potencia y se puede recibir información asociada a tonos y carga de bits. En algunas formas de realización, se puede comunicar adicionalmente una posición de símbolo para indicar cuándo comenzará el modo de baja potencia.

En algunas formas de realización, para salir de un modo de baja potencia se puede transmitir una bandera de salida, también denominada secuencia de salida.

En algunas formas de realización, durante un modo de baja potencia se puede utilizar más potencia y/o más tonos para los símbolos de sincronización que para los símbolos de datos. En algunas formas de realización, los símbolos de sincronización se pueden utilizar para la estimación de canal, por ejemplo para realizar un seguimiento de diafonías, durante el modo de baja potencia. En algunas formas de realización, esto puede evitar o mitigar problemas con respecto a la diafonía al salir del modo de baja potencia.

En formas de realización, se puede proporcionar un procedimiento de ahorro de energía que proporciona energía reducida para servicios de baja velocidad de bits. La transición hacia una velocidad de bits normal y una velocidad de bits baja durante el modo de baja potencia puede ser fluida.

Las formas de realización proporcionan capacidades de vectorización durante el modo de baja potencia que se pueden utilizar tanto para la estimación de canal directo como para la estimación de canal FEXT (diafonía de extremo lejano). Por lo tanto, en formas de realización, el módem en modo de baja potencia puede no tener que seguir transmitiendo subportadoras innecesarias para mantener la SNR actualizada para el funcionamiento normal y/o no produce ruido no estacionario. Solo se pueden activar algunas subportadoras necesarias para la transmisión de datos, lo que puede permitir una reducción de energía sustancial, mientras que los símbolos de sincronización utilizados para la estimación y supervisión de canal pueden transmitirse con muy poca frecuencia y no influyen en el ahorro de energía en las formas de realización. Además, en lo que respecta a velocidades de bits muy bajas, las formas de realización también pueden excluir de la transmisión una gran parte de los símbolos, lo que permite solo una cantidad mínima que es necesaria para transportar los datos. Estos símbolos activos se pueden enviar en pocas posiciones dedicadas, lo que puede permitir que un receptor identifique los símbolos activos sin ninguna comunicación de gestión adicional entre la CO y la CPE.

A continuación se describirán formas de realización adicionales con referencia a los dibujos adjuntos.

La Fig. 1 ilustra una forma de realización de un sistema de comunicación que incluye un dispositivo de comunicación 10 que se comunica con dispositivos de comunicación 16, 17, 18 y 19 a través de conexiones de comunicación respectivas 12, 13, 14 y 15. Mientras que en la Fig. 1 se muestran cuatro dispositivos de comunicación 16, 17, 18 y 19, en otras formas de realización también se puede proporcionar cualquier otra cantidad adecuada de dispositivos de comunicación.

En una forma de realización, la comunicación a través de las conexiones de comunicación 12, 13, 14 y 15 es una comunicación bidireccional. En tal forma de realización, el dispositivo de comunicación 10 puede comprender un transceptor para cada una de las conexiones de comunicación 12, 13, 14 y 15, y cada dispositivo de comunicación 16, 17, 18 y 19 también puede comprender un transceptor. En otra forma de realización, todas o algunas de las conexiones de comunicación 12, 13, 14 y 15 pueden ser conexiones de comunicación unidireccionales. En otra forma de realización, todos o algunos de los dispositivos de comunicación 16, 17, 18, 19 pueden estar ubicados de forma conjunta.

En la forma de realización de la Fig. 1, los acoplamientos entre las conexiones de comunicación 12-15 pueden provocar diafonía, por ejemplo, si algunas o todas las conexiones de comunicación son líneas de cable que se extienden de manera próxima entre sí. A través de un procesamiento conjunto al menos parcial de las señales transmitidas desde el dispositivo de comunicación 10 al dispositivo de comunicación 16, 17, 18 y 19 y a través de un procesamiento conjunto al menos parcial de señales recibidas desde los dispositivos de comunicación 16, 17, 18 y 19 en el dispositivo de comunicación 10 en una unidad de reducción de diafonía 11, la influencia de dicha diafonía puede reducirse. El procesamiento conjunto para la reducción de diafonía corresponde a la vectorización ya mencionada, y las conexiones de comunicación que se someten a dicha reducción de diafonía también se denominan grupo vectorizado.

A continuación, el sentido de transmisión desde el dispositivo de comunicación 10 hasta los dispositivos de comunicación 16, 17, 18 y 19 se denominará sentido de bajada, y el sentido de transmisión opuesto desde los dispositivos de comunicación 16, 17, 18 y 19 hasta el dispositivo de comunicación 10 se denominará sentido de subida. La reducción de diafonía en el sentido de bajada también se denomina precompensación de diafonía ya que las señales transmitidas se modifican antes de su transmisión, es decir, antes de que se produzca la diafonía real, mientras que la reducción de diafonía en el sentido de subida también se denomina cancelación de diafonía ya que aquí, a través del procesamiento conjunto en la unidad de reducción de diafonía 11, la diafonía se reduce o cancela después de que se haya producido. En ocasiones, el término "cancelación de diafonía" también se puede utilizar de forma genérica para incluir también la precompensación.

En formas de realización, la cancelación de diafonía puede llevarse a cabo, por ejemplo, mediante el cálculo de señales recibidas para cada conexión de comunicación dependiendo de una combinación lineal de todas las señales recibidas en todas las conexiones de comunicación del grupo vectorizado, y la precompensación de diafonía puede llevarse a cabo calculando señales que se transmitirán a través de cada conexión de comunicación dependiendo de una combinación lineal de señales que se transmitirán en todas las conexiones de comunicación. Sin embargo, también son posibles otros procedimientos de cálculo, por ejemplo, cálculos no lineales.

Para llevar a cabo esta reducción de diafonía, es decir, la vectorización, la unidad de reducción de diafonía 11 debe estar "entrenada", es decir, la unidad de reducción de diafonía 11 necesita información con respecto a la diafonía real que se produce entre las conexiones de comunicación en el grupo vectorizado, por ejemplo, en forma de coeficientes de acoplamiento. Esto puede lograrse, por ejemplo, mediante la transmisión de señales piloto predeterminadas para realizar el entrenamiento, que también pueden denominarse señales de entrenamiento, a través de las conexiones de comunicación y el análisis de las señales recibidas para determinar la diafonía. Cabe señalar que estas señales piloto no solo pueden transmitirse durante fases de entrenamiento dedicadas, sino también durante la transmisión habitual de datos. En este sentido, los términos entrenamiento y adaptación se utilizan de forma indistinta en el presente documento y se pueden utilizar para hacer referencia a un entrenamiento con fines de inicialización, por ejemplo, cuando una conexión de comunicación se une a un grupo vectorizado, para hacer referencia a un entrenamiento durante la transmisión de datos para tener en cuenta, por ejemplo, cambios en la diafonía, o a ambas cosas. En formas de realización, la transmisión de datos a través de las conexiones de comunicación comprende la transmisión de señales o símbolos piloto, donde entre las señales piloto se pueden transmitir otros datos, como datos de carga útil. En una forma de realización, las señales piloto o señales piloto modificadas se utilizan para entrenar la unidad de reducción de diafonía 11. En una forma de realización, las señales de sincronización o los símbolos de sincronización se pueden utilizar como señales piloto.

En un sistema de comunicación como el que se muestra en la Fig. 1, puede producirse la situación de que se añada una conexión de comunicación al grupo vectorizado. Por ejemplo, en la forma de realización de la Fig. 1, inicialmente solo se pueden incluir las conexiones de comunicación 12, 13 y 14 en el grupo vectorizado, mientras que la conexión de comunicación 15 puede estar inactiva (por ejemplo, el dispositivo de comunicación 19 se puede apagar o hacer que pase a un modo de baja potencia) y, por lo tanto, no se puede añadir al grupo vectorizado. Cuando el dispositivo de comunicación 19 se activa, para reducir también la diafonía entre la conexión de comunicación 15 y las conexiones de comunicación 12-14 que ya están incorporadas en el grupo vectorizado, la conexión de comunicación 15 debe añadirse al grupo vectorizado. Para añadir una conexión de comunicación adicional de este tipo, la unidad de reducción de diafonía 11 debe estar entrenada y adaptada en consecuencia.

En formas de realización, por ejemplo, durante un modo de baja potencia, los símbolos de sincronización que permiten la estimación de diafonía se transmiten en una línea de modo de baja potencia. Por lo tanto, cuando la línea se activa de nuevo, la vectorización puede adaptarse inmediatamente.

A continuación, con referencia a las Fig. 2 y 3, dispositivos y sistemas que utilizan la cancelación de diafonía se explicarán con más detalle utilizando un sistema DSL que utiliza, por ejemplo, modulación multitono discreta u otro enfoque multitono como ejemplo. En la modulación multitono discreta, los datos se modulan en una pluralidad de portadoras que tienen diferentes frecuencias, también denominadas tonos. En otros enfoques, también se pueden utilizar otras técnicas de modulación que utilizan una pluralidad de frecuencias portadoras o tonos.

La Fig. 2 muestra un sistema de comunicación DSL en el sentido de bajada, mientras que la Fig. 3 muestra un sistema de comunicación DSL en el sentido de subida.

En la Fig. 2, un sistema de comunicación DSL de acuerdo con una forma de realización se muestra transmitiendo datos en sentido de bajada. En el sistema mostrado en la Fig. 2, los datos se transmiten desde un equipo de proveedor 69 a través de una pluralidad de líneas de comunicación 55, 56, 57 a una pluralidad de receptores en las instalaciones de cliente, etiquetadas de manera genérica como 84. El equipo de proveedor 69 puede comprender, por ejemplo, un armario como el mencionado en la sección de antecedentes. En el sistema de la Fig. 2, las líneas de comunicación se unen en un denominado agrupador de cables 58. Las líneas de comunicación en un agrupador de cables generalmente se encuentran relativamente cerca entre sí y, por lo tanto, son propensas a la diafonía. En el sistema mostrado en la Fig. 2, las líneas de comunicación 56 y 57, así como la línea de comunicación adicional (no mostrada) indicada mediante líneas discontinuas, ya están incorporadas en el grupo vectorizado. Cabe señalar que el número de líneas de comunicación en un grupo vectorizado no se limita a ningún número particular. La línea de comunicación 55 en el ejemplo mostrado puede ser una línea en un modo de baja potencia.

En el sistema de la Fig. 4, los correlacionadores de símbolos denotados con los números de referencia 70, 71 y 72 correlacionan datos, por ejemplo, datos de carga útil, de entrenamiento o piloto, con constelaciones de portadoras que se transmitirán a través de las líneas de comunicación 55, 56 y 57, respectivamente. Un precompensador de diafonía 73 modifica estas correlaciones de símbolos para precompensar la diafonía que se produce durante la transmisión. Dichas correlaciones de portadoras modificadas se modulan en una pluralidad de portadoras para cada línea de comunicación, donde dichas portadoras tienen diferentes frecuencias y son un ejemplo para una pluralidad de canales de comunicación en una única conexión de comunicación, y después se transfieren en señales en el dominio de tiempo mediante transformadas rápidas de Fourier inversas 74, 75 y 76, respectivamente. Este tipo de modulación, también denominada modulación multitono discreta (DMT), se utiliza comúnmente en sistemas DSL, como sistemas VDSL o sistemas VDSL2. Tales señales generadas se transmiten a continuación a través de la línea de comunicación hasta las instalaciones de cliente. Las señales recibidas se convierten a continuación al dominio de frecuencia mediante transformadas rápidas de Fourier 77, 80 y 85, respectivamente, y se igualan mediante ecualizadores de frecuencia 78, 81 y 86, respectivamente, antes de que segmentadores 79, 82 y 89, respectivamente, proporcionen constelaciones recibidas que, en caso de una transmisión libre de errores, corresponden a constelaciones de entrada generadas en

70, 71, 72, originalmente destinadas a su transmisión. Debe entenderse que, en aras de la claridad, solo se muestran algunos elementos de los dispositivos de comunicación involucrados, y pueden estar presentes dispositivos adicionales, como amplificadores, unidades de muestreo y similares.

5 En formas de realización, en la línea de comunicación 55 durante un modo de baja potencia, como se explicará más adelante con más detalle, se pueden transmitir señales de sincronización utilizando todos los tonos o portadoras o al menos más tonos o portadoras que los símbolos de datos. Estos símbolos se pueden utilizar para la estimación de diafonías durante el modo de baja potencia. En cada uno de los segmentadores 89, 79, 82 se puede generar una
10 señal de error en función de las señales de sincronización, y se puede retroalimentar a través de un canal de retorno 80 como señal e_j para cada línea. En función de las señales de error se puede realizar la estimación de canal. Con este fin, los símbolos de sincronización pueden modificarse, por ejemplo, mediante secuencias ortogonales, como en técnicas convencionales de estimación de canal.

15 Cabe señalar que mientras que en la Fig. 2 solo se muestra un canal de retorno para transmitir una señal de error e_j para la línea 55, generalmente dichos canales de retorno pueden proporcionarse para que todas las líneas obtengan señales de error correspondientes para todas las líneas, por ejemplo, para la adaptación continua de coeficientes durante el funcionamiento o para la detección de una línea perturbadora, lo que se describirá más adelante. En la Fig. 3 se muestra el sistema correspondiente en el sentido de subida.

20 En la Fig. 3 se muestran algunos de los componentes para la transferencia de datos en sentido de subida del sistema de comunicación ya analizado con referencia a la Fig. 2. En el lado de los equipos 84 en las instalaciones de cliente, los símbolos 50, 52 y 53 se transmiten a través de las líneas, el símbolo 50 se transmite a través de la línea de unión 55 y los símbolos 52 y 53 se transmiten a través de las líneas vectorizadas 56, 57. Una vez más, cabe señalar que si bien solo se representan dos líneas vectorizadas, se pretende que representen cualquier número arbitrario de líneas
25 vectorizadas. Los símbolos se modulan en una pluralidad de portadoras para cada línea correspondiente a la modulación DMT ya mencionada de acuerdo con la norma VDSL2 utilizada y transferida en señales de dominio de tiempo mediante transformadas rápidas de Fourier inversas 51, 53 y 54, respectivamente. A continuación, las señales se transmiten en el sentido de subida al equipo de proveedor 69 a través de las respectivas líneas 55, 56 y 57, que se encuentran en el agrupador de cables 58. Aquí, las señales recibidas se muestrean y transfieren al dominio de
30 frecuencia a través de transformadas rápidas de Fourier 59, 60 y 61.

Se utiliza un cancelador de diafonía 62 para cancelar la diafonía que se produce entre las líneas en el agrupador de cables 58. Cabe señalar que el cancelador de diafonía 62 puede implementarse total o parcialmente utilizando los
35 mismos elementos de circuito que el precompensador de diafonía 73, por ejemplo, usando un procesador de señales digitales común, pero también puede implementarse utilizando elementos independientes. De manera similar a lo que ya se ha descrito para la parte receptora del equipo 84 en las instalaciones de cliente con referencia a la Fig. 2, en la parte receptora del equipo de proveedor 59 mostrado en la Fig. 3, se proporcionan ecualizadores de frecuencia 63, 64, 91 seguidos de segmentadores 65, 66, 90 para recuperar los símbolos recibidos que en caso de transmisión libre de errores corresponden a los símbolos 52, 53, 50 enviados originalmente.

40 En la Fig. 3, una de las líneas puede estar en un modo de baja potencia, indicado por una línea de baja potencia. Por ejemplo, en este caso la línea 55 puede ser una línea de baja potencia. También en sentido de subida, los símbolos de sincronización que utilizan más tonos y/o más potencia que otros símbolos, como los símbolos de datos, se pueden transmitir durante el modo de baja potencia para proporcionar una estimación de canal. En este caso, se pueden
45 determinar errores en el receptor para la estimación de diafonías, algo similar a las técnicas convencionales utilizadas fuera de los modos de baja potencia. Cabe señalar que los modos de baja potencia en sentido de subida y en sentido de bajada pueden ser independientes entre sí.

Mientras que en las Fig. 2 y 3 solo se ilustra una única línea de baja potencia, en otros casos más líneas pueden estar
50 en modo de baja potencia, o ninguna línea puede estar en modo de baja potencia.

Como ya se mencionó, en las formas de realización los símbolos de sincronización se transmiten con más tonos y/o con más potencia que otros símbolos de datos en un modo de baja potencia. Esto se explicará con referencia a la Fig. 4 con más detalle.

55 En la Fig. 4, para una pluralidad de líneas (línea 1, línea 2, línea n) se ilustra un ejemplo de transmisión. Si bien la línea 1, la línea 2 y la línea n se muestran en la Fig. 4, esto no debe interpretarse como limitativo, y puede utilizarse cualquier número de líneas u otras conexiones de comunicación como conexiones inalámbricas.

60 En el ejemplo de la Fig. 4 se envían supertramas en cada línea, donde cada supertrama comprende un símbolo de sincronización (también denominado símbolo de sincronización) 40 seguido de una pluralidad de símbolos de datos 41. La posición de los símbolos de sincronización 40 en el ejemplo de la Fig. 4 se sincroniza para todas las líneas, es decir, se transmiten al mismo tiempo.

65 Para dar un ejemplo, un sistema VDSL2 vectorizado, como se especifica en la Recomendación G.993.5 de la ITU-T, transmite datos mediante tales supertramas. Cada supertrama en este caso contiene un símbolo de sincronización

(por ejemplo, 40 de la Fig. 4) y 256 símbolos de datos (por ejemplo, 41 de la Fig. 4). Los símbolos de sincronización pueden transportar información de sincronización, banderas de control (en tonos de bandera) y/o secuencias piloto (en tonos de sonda) que se utilizan para la estimación de canal (canal directo y canales FEXT (diafonía de extremo lejano) desde y hacia otras líneas del grupo vectorizado). Para implementar la vectorización, los símbolos de datos y los símbolos de sincronización en todas las líneas del grupo vectorizado se alinean en el tiempo, por ejemplo, como se ilustra en la Fig. 4; es decir, todas las líneas transmiten símbolos de sincronización al mismo tiempo y símbolos de datos al mismo tiempo en cada uno de los sentidos de transmisión (por ejemplo, de subida o de bajada).

Dado que en dichas formas de realización todos los símbolos de sincronización de la misma dirección de transmisión se envían de forma síncrona, no perturban la transmisión de datos en otras líneas. Del mismo modo, las distorsiones generadas por otras líneas en símbolos de sincronización tampoco afectan al rendimiento de la línea con respecto a la transmisión de datos.

En una DSL vectorizada la diafonía se cancela, por lo que cambios en la PSD (densidad espectral de potencia) de transmisión en una o más líneas de un grupo vectorial en cierto rango no causan esencialmente ningún cambio sustancial en el rendimiento de otras líneas. Sin embargo, una cancelación FEXT inexacta o ninguna cancelación puede causar una caída muy fuerte en SNR (relación de señal a ruido) de todas las líneas del grupo vectorizado. Por lo tanto, en formas de realización, la diafonía en sistemas vectorizados se supervisa permanentemente y la matriz de cancelación de diafonía se actualiza en consecuencia.

En algunas formas de realización, con este fin los símbolos de sincronización se transmiten con un número suficiente de tonos para realizar la estimación de diafonía incluso cuando una o más líneas u otras conexiones de comunicación están en un modo de baja potencia.

A continuación, se analizarán modos de baja potencia de acuerdo con formas de realización. En algunas formas de realización, un modo de baja potencia se implementa como una pluralidad de diferentes estados de modo de baja potencia, que se pueden denominar L2.0, L2.1, L2.2, L3, etc., para utilizar una terminología utilizada con frecuencia en el contexto de DSL. En formas de realización, cada uno de los modos de baja potencia o, también, un estado de funcionamiento normal puede caracterizarse por los siguientes parámetros:

- intervalo de velocidades de bits (o la velocidad de bits umbral para la transición al estado);
- requisitos de calidad de servicio, tales como latencia y probabilidad permitida de errores;
- requisitos de reducción de potencia (expectativas) en relación con el funcionamiento normal (L0).

Otras formas de realización pueden utilizar otros parámetros además de, o alternativamente a, los parámetros enumerados anteriormente.

La Fig. 5 ilustra transiciones de un estado o modo a otro, que pueden llevarse a cabo, por ejemplo, en un módem u otro dispositivo de comunicación, en función del tráfico, es decir, velocidades de bits entrantes, datos que se transmitirán y/u otras circunstancias, por ejemplo, pérdida de energía, como la transición a la alimentación por batería, por ejemplo, en el caso de dispositivos móviles o similares. El diagrama de estados de ejemplo de la Fig. 5 comprende cinco estados, a saber, un estado de inicialización 100 (en ocasiones también denominado L1), un estado de funcionamiento normal 101 (en ocasiones denominado L0), dos estados de modo de baja potencia 102, 103 (en ocasiones denominados L2.1 y L2.2) y un estado 104 en el que el sistema está apagado (en ocasiones también denominado L3). Las flechas muestran transiciones basadas en la activación de línea, desactivación de línea (de manera ordenada o desordenada; una terminación desordenada, por ejemplo, ocurre cuando la energía simplemente se corta), transiciones impulsadas por el tráfico y transiciones hacia y desde la alimentación por batería, por ejemplo, en el caso de dispositivos móviles.

Por ejemplo, durante el encendido, un dispositivo de comunicación puede comenzar en el estado de inicialización 100 y posteriormente, después de la inicialización, puede proceder al funcionamiento normal 101. En caso de que el dispositivo de comunicación, por ejemplo, un módem, detecte una caída de una velocidad de bits entrante (es decir, de una cantidad de datos a transmitir) por debajo de un valor umbral y la identifique como sostenible (por ejemplo, la condición de pocos datos permanece durante un período de tiempo predeterminado), o el dispositivo de comunicación conmute a alimentación por batería debido a un corte de energía (por ejemplo, cuando un dispositivo móvil se desconecta de una fuente de alimentación de red eléctrica, o la fuente de alimentación de red eléctrica falla), el sistema pasa al modo de baja energía 102 o al modo de baja energía 103. Por ejemplo, el modo de baja potencia 103 puede consumir menos potencia que el modo de baja potencia 102, pero también puede ofrecer capacidades de transmisión de datos más pequeñas.

A continuación se explicará con más detalle, utilizando un ejemplo con referencia a la Fig. 6, la entrada en el modo de baja potencia, el funcionamiento en el modo de baja potencia y la salida del modo de baja potencia. La Fig. 6 ilustra un procedimiento que puede implementarse, por ejemplo, en los dispositivos o sistemas ilustrados con respecto a las Fig. 1 a 3, pero también puede implementarse en otros dispositivos o sistemas de comunicación. Si bien el

procedimiento de la Fig. 6 se ilustra y se describe como una serie de acciones o eventos, el orden en que se describen dichas acciones o eventos no debe interpretarse como limitativo.

5 En el ejemplo ilustrado en la Fig. 6, los recuadros 110 a 114 se refieren a la entrada en un modo de baja potencia, los recuadros 115 y 116 se refieren al funcionamiento en modo de baja potencia, y los recuadros 117 y 118 se refieren a la salida de un modo de baja potencia. Las características o acciones relacionadas con estas fases diferentes también se pueden implementar independientemente entre sí y se ilustran dentro de un único procedimiento en la Fig. 6 solo para proporcionar un mejor entendimiento.

10 En primer lugar, se describirá la entrada en un modo de baja potencia (por ejemplo, los recuadros 110 a 114).

En 110, por ejemplo, un transmisor identifica un modo de baja potencia al que se entrará, por ejemplo, en función de una cantidad de datos a transmitir. Por ejemplo, con referencia de nuevo a la Fig. 5, un transmisor que funciona en el estado 101 puede identificar uno de los estados 102 (L2.1) o 103 (L2.2) en los que entrar.

15 En 111, el transmisor comunica el modo seleccionado y los parámetros asociados a un receptor. Por ejemplo, el transmisor puede comunicar una velocidad de bits requerida al receptor. Para ofrecer un ejemplo, en el sistema de la Fig. 1 el dispositivo de comunicación 10 puede ser transmisor, y uno de los dispositivos de comunicación 16 a 19 puede ser receptor en este contexto, o viceversa.

20 En 112, el receptor puede calcular entonces una carga de bits requerida para proporcionar la velocidad de bits necesaria y un conjunto mínimo de tonos y densidades espectrales de potencia que son necesarias para proporcionar y permitir la velocidad de bits seleccionada. En 113, el receptor comunica entonces los parámetros calculados en 112 al transmisor, de modo que los parámetros sean conocidos tanto por el transmisor como por el receptor. En 114, el transmisor envía entonces una bandera u otro mensaje al receptor, que indica una posición de inicio del modo de baja potencia. Por ejemplo, la bandera puede indicar una posición de símbolo exacta desde la cual tanto el transmisor como el receptor realizarán la transición al modo de energía seleccionado (por ejemplo, L2.1 o L2.2, o similar, denominados colectivamente L2.X) en función de los parámetros calculados en 112 y comunicados en 113. Por lo tanto, tanto el transmisor como el receptor pueden cambiar al modo de baja potencia al mismo tiempo. Por ejemplo, un determinado símbolo de sincronización se puede utilizar como el inicio del modo de baja potencia, o un determinado tiempo en caso de que se utilice un reloj común al transmisor y al receptor, o un determinado número de símbolos después de la bandera. También se pueden emplear otras técnicas.

35 Las acciones o eventos descritos con referencia a 110-114 de la Fig. 6 anterior sirven solamente como ejemplo, y variaciones o alteraciones son posibles. Por ejemplo, la transición al modo de baja potencia como se describió anteriormente es fluida, pero puede tardar varias supertramas. En algunos ejemplos para acelerar la transición, el cálculo de 112 también se puede realizar en el transmisor en lugar de en el receptor, de modo que no se requiera ninguna comunicación entre transmisor y receptor o solo una comunicación. En algunas formas de realización, por ejemplo, los cálculos de 112 se pueden realizar en el transmisor como parte de 111, y el resultado del cálculo se puede comunicar al receptor. Por lo tanto, en este caso, 113 puede omitirse. Esto se puede hacer, por ejemplo, en ejemplos que funcionan en un entorno de diafonía agresivo, pero no se limita a esto.

45 A continuación se describirá el funcionamiento en modo de baja potencia. En 115, durante el modo de baja potencia, los símbolos de sincronización se pueden transmitir con más tonos (es decir, utilizando más tonos) que símbolos de datos. Por ejemplo, los símbolos de sincronización 40 de la Fig. 4 en líneas que se encuentran en un modo de baja potencia se pueden enviar con más tonos y/o mayor potencia que los símbolos de datos 41 de la línea respectiva.

50 En 116 se realiza una estimación de cana en función de los símbolos de sincronización. De esta manera, los cambios con respecto a las condiciones de diafonía, por ejemplo, se pueden supervisar continuamente, de modo que cuando se vuelve a entrar en el funcionamiento normal, la cancelación de diafonía desde la línea de baja potencia que ahora vuelve a entrar en modo normal hasta las líneas existentes se cancela esencialmente de manera correcta.

A continuación, esto se describirá de nuevo con más detalle utilizando un sistema DSL como ejemplo.

55 En una forma de realización, en un estado L2, un módem, tal como un módem DSL, puede transmitir tanto símbolos de datos como símbolos de sincronización (véase, por ejemplo, la Fig. 4). Los símbolos de datos en modo de baja potencia solo pueden utilizar un pequeño número de tonos (también denominados subportadoras), necesarios para llevar una baja velocidad de bits requerida. La potencia de transmisión de todos los tonos (y PSD, en consecuencia) puede reducirse al valor mínimo necesario para permitir la transferencia de datos. En algunas formas de realización, solo se pueden utilizar los tonos más fiables que requieran la potencia de transmisión mínima para transportar los datos. Por ejemplo, sólo los tonos que tenían la SNR más alta en L0 se pueden utilizar en L2.X, y se utilizan con constelación baja (tal como una carga de 2 bits para cada tono usado). Los tonos también se denominarán subportadoras en el presente documento.

65 A diferencia de los símbolos de datos, los símbolos de sincronización transmitidos durante el modo L2 en formas de realización pueden utilizar todos los tonos utilizados durante L0 o solo una parte de los tonos utilizados en el modo L0,

dependiendo de los requisitos para el modo L2.X particular en el que entra la conexión de comunicación, por ejemplo, un enlace, y a qué modo (L2 o L0) se supone que debe volver. Por lo tanto, el número de tonos en el símbolo de sincronización puede cambiar tras la transición de un estado L2 a otro. Los símbolos de sincronización pueden proporcionar una estimación de canal entre todas las líneas de un agrupador, tanto para estimar un canal directo como para estimar un canal de diafonía. En una forma de realización, un número de tonos en un símbolo de sincronización puede ser suficiente para:

- estimar y cancelar la FEXT de la línea en todas las líneas L0 y otras líneas L2 (es decir, la FEXT generada por subportadoras utilizadas por la línea en su estado L2.X particular para la transmisión de datos)
- estimar y cancelar la FEXT de las líneas que se encuentran en el estado al que la línea puede tener que pasar rápidamente desde su estado L2.X actual (por ejemplo, se espera que la línea L2.1 pase rápidamente al estado L0, por lo que puede utilizar en sus símbolos de sincronización todas las subportadoras utilizadas en L0; de lo contrario, antes de la transición a L0, la línea L2.1 mencionada necesitaría tiempo para estimar y cancelar la diafonía de otras líneas L0, lo que hace que la transición sea muy lenta).

La PSD (densidad espectral de potencia) de transmisión de símbolos de sincronización también se puede reducir para ahorrar energía. Sin embargo, en algunas formas de realización puede ser beneficioso transmitir símbolos de sincronización con la misma PSD que en el estado L0. Esto se debe a que el receptor puede necesitar medir la SNR en los tonos del símbolo de sincronización para mantener y actualizar tablas de carga de bits que se preparan durante el estado L2 para implementar una transición rápida a L0 u otro estado L2.X con mayor velocidad de bits. Usando subportadoras de símbolos de sincronización como tonos de supervisión, en formas de realización el receptor calcula la carga de bits y posiblemente otros ajustes necesarios para volver al modo L0 o a otro estado mencionado, L2.X, en un tiempo mínimo.

Por lo tanto, en formas de realización durante el estado L2.X, la oficina central (CO), u otro equipo de proveedor, realiza un seguimiento del canal directo y de canales FEXT de la línea para todas las subportadoras que se espera que se utilicen en L0 u otro modo L2.X al que la línea debe pasar. Esta información en formas de realización es suficiente para calcular coeficientes de precodificador/poscodificador para todas las subportadoras utilizadas por la línea L2.X (en caso de que sea necesaria la cancelación FEXT en la línea) y para todas las subportadoras el módem necesita volver a pasar a L0 u otro estado L2.X deseado.

En algunas formas de realización, para reducir aún más el consumo de energía, una conexión de comunicación (por ejemplo, línea, enlace, etc.) se podría poner en modo de suspensión durante algún tiempo, dejando solo un número mínimo de símbolos transmitidos para permitir la sincronización de reloj, vectorización y tablas de carga de bits para el estado L0 y otros estados L2 a los que el enlace puede necesitar pasar. En formas de realización, los símbolos de sincronización se pueden utilizar para permitir todas las funciones mencionadas anteriormente.

Además de los símbolos de sincronización, es posible que sea necesario transmitir símbolos de datos y símbolos piloto. Los símbolos de datos pueden, por ejemplo, llevar información de usuario requerida, y los símbolos piloto se pueden transmitir en posiciones de tiempo dedicadas para proporcionar información de reloj más habitual al receptor en caso de que símbolos de sincronización y símbolos de datos poco frecuentes sean insuficientes en algunas formas de realización.

En una forma de realización, las posiciones particulares en las que se transmitirán símbolos de datos y símbolos piloto se establecen entre el transmisor y el receptor antes de la transición al modo L2. Esto puede requerir un protocolo de comunicación muy intensivo entre transceptores homólogos.

Para evitar comunicaciones adicionales con el transceptor homólogo, en otra forma de realización las posiciones de símbolo utilizadas en un modo L2 particular pueden estar predeterminadas; por ejemplo, puede ser necesario usar cada símbolo K-ésimo en una supertrama para datos de usuario o símbolos piloto. También son posibles diferentes disposiciones que sean similares al caso descrito, tal como usar en cada supertrama las 2 primeras posiciones de símbolo (sin tener en cuenta el símbolo de sincronización). En dichas formas de realización, se envía un símbolo de sincronización una vez por supertrama, pero también son posibles otras disposiciones.

Cabe señalar también que en algunas implantaciones de formas de realización, el ruido de pulso repetitivo (REIN) puede causar ruido de pulso severo. El período de símbolos activos en dichas formas de realización se puede seleccionar de manera que se minimice la probabilidad de coincidencia de REIN y transmisión activa. Para esto, en formas de realización, el transmisor también puede utilizar un canal de acuse de recibo (denominado en VDSL2 RRC = canal de retransmisión robusto). Usando un RRC, el transmisor en una forma de realización puede identificar una posición de REIN y un período de REIN y definir, en consecuencia, la posición del símbolo de datos utilizado en el modo L2. Esta posición se puede comunicar al receptor a través del canal de operaciones, tal como el canal de operaciones integrado (EOC). La posición de tiempo predeterminada se determina en la inicialización utilizando la retroalimentación del receptor.

- 5 En algunas formas de realización, una cantidad de datos transmitidos durante un estado L2 particular puede ser tan baja que es suficiente para enviar datos una vez por varias supertramas. En este caso, uno de los M símbolos de sincronización (M es un número entero) puede estar "en blanco", es decir, solo subportadoras que llevan banderas o información de sincronización se dejan en todas las líneas activas, mientras que las líneas L2 utilizan el resto de subportadoras de símbolos de sincronización en los símbolos de sincronización seleccionados para transmitir pocos datos de "mantener vivo". Los símbolos de sincronización seleccionados para dejarse en blanco son definidos previamente y negociados entre dispositivos de comunicación (por ejemplo, transmisor y receptor) durante la inicialización y se pueden actualizar durante el tiempo de funcionamiento.
- 10 Se puede proporcionar una funcionalidad similar en algunas formas de realización si en lugar de dejar en blanco algunos símbolos de sincronización, el sistema solo los marca, por lo que estos símbolos de sincronización no se utilizan para la estimación de canal. Las secuencias piloto utilizadas para la estimación de canal se definen en consecuencia, por ejemplo, repetir el bit correspondiente de la secuencia piloto. Además, los sistemas de vectorización que utilizan secuencias piloto dependientes de la frecuencia (FOPS), tal como se definen en G.993.5, pueden dejar
- 15 en blanco uno o más conjuntos de subportadoras FOPS y usarlos para comunicar datos durante el estado L2. En particular, en el modo L2, los datos se pueden enviar usando uno o más conjuntos FOPS de tonos de sonda, no utilizados para la estimación de canal en algunas formas de realización. De esta manera, una parte de los datos L2 se puede enviar en cada símbolo de sincronización y no se necesita ningún símbolo de datos. Por ejemplo, en G.993.5, los tonos FOPS tienen una periodicidad de 10 y se pueden asignar hasta 8 secuencias de sonda. Si solo se necesitan
- 20 4 grupos FOPS, se pueden utilizar otros 4 grupos para datos L2 en algunas formas de realización. Si se utilizan 2000 tonos por dirección, un grupo FOPS incluye 200 tonos, y 4 grupos incluyen 800 tonos en consecuencia. Con la carga de bits QPSK (modulación por desplazamiento de fase en cuadratura) usada en símbolos de sincronización, esto puede llevar 1600 bits = 200 octetos de datos por cada 64 ms, lo que es mucho más de lo que normalmente se requiere para el servicio L2 "mantener vivo", que es de aproximadamente 1 paquete por segundo.
- 25 Las referencias anteriores a la Recomendación G.993.5 y los ejemplos asociados a la misma sirven simplemente como ejemplos ilustrativos, y las técnicas divulgadas en el presente documento también se pueden aplicar a otros tipos de sistemas de comunicación.
- 30 Volviendo ahora a la Fig. 6, en 117 el transmisor detecta un aumento en una cantidad de datos a transmitir. Dependiendo del aumento detectado, el transmisor puede determinar a qué estado o modo se debe realizar una transmisión. Por ejemplo, en el caso ilustrado en la Fig. 5, se puede pasar al funcionamiento normal (101) o a un modo de baja potencia que admita una velocidad de bits más alta (por ejemplo, de 103 a 102). En 118, el transmisor envía entonces una bandera de salida o secuencia de salida al receptor, lo que indica el cambio de modos. La bandera o
- 35 secuencia de salida puede ser una señal robusta que indica la posición de símbolo exacta (similar a la bandera en 114) desde la cual tanto el transmisor como el receptor pasarán al nuevo estado (por ejemplo, estado L0 101 o un modo L2 seleccionado, tal como 102) con una velocidad de bits que excede la velocidad de bits en el modo de baja potencia actual.
- 40 Un ejemplo para un esquema de este tipo para salir de un modo de baja potencia se ilustra en la Fig. 7. Un recuadro 120 indica el modo de baja potencia, por ejemplo L2.1. Tal como se indica en el recuadro 120, por ejemplo, en el modo de baja potencia solo se pueden utilizar algunas subportadoras o tonos para los símbolos de datos, mientras que para los símbolos de sincronización se pueden utilizar todas las subportadoras o tonos utilizados también en L0 (101 en la Fig. 5).
- 45 En 121, se envía la solicitud (por ejemplo, bandera de salida de 118 de la Fig. 6). Después de un tiempo T1, tiene lugar la transición. A continuación, después de la transición, por ejemplo, a L0, tal como se indica mediante el recuadro 123, todas las subportadoras o tonos se utilizan tanto para símbolos de datos como para símbolos de sincronización.
- 50 En este caso, el tiempo para la transición T1 es bastante pequeño porque tanto el transmisor como el receptor tienen listas las tablas de carga de bits pertinentes (se pueden intercambiar continuamente, por ejemplo, como se explica con respecto a 111 y 112, también para el funcionamiento normal), y la diafonía de extremo lejano se evalúa y cancela en todos los tonos que están activos en el nuevo estado, ya que en las formas de realización los símbolos de sincronización transmitidos durante el estado de baja potencia como se indica en el recuadro 120 y como se explicó
- 55 anteriormente pueden incluir todos los tonos o subportadoras que actúan en el nuevo estado, por ejemplo, el estado L0. Por lo tanto, durante el estado de baja potencia, tanto los coeficientes de carga de bits como de precodificador para la vectorización se pueden actualizar permanentemente para todas las subportadoras que más tarde están activas en el nuevo estado, por ejemplo, el estado L0.
- 60 En otras formas de realización, puede no haber necesidad de dicha transición rápida y, en este caso, también los símbolos de sincronización durante al menos la mayor parte del estado de baja potencia solo pueden utilizar las subportadoras necesarias para la transferencia de datos en este caso. La salida de un modo de baja potencia de acuerdo con dicha forma de realización alternativa se ilustra en la Fig. 8.
- 65 En la Fig. 8, se ilustra, a modo de ejemplo, una transición de L2.2 (estado 103 de la Fig. 5) a L0 (estado 101 de la Fig. 5). Tal como se indica en el recuadro 130, en este ejemplo, en el estado de baja potencia, los símbolos de datos, usan

solamente las subportadoras o tonos necesarios para el estado de baja potencia, y los símbolos de sincronización en algunos casos también pueden utilizar solo estas subportadoras. En otras formas de realización, los símbolos de sincronización pueden utilizar más subportadoras o tonos que símbolos de datos.

5 En 135, por ejemplo, el transmisor solicita una transición a L0 o cualquier otro estado que requiera una velocidad de bits más alta. Después, durante un tiempo de transición T2, como se indica en el bloque 131, todas las subportadoras que se utilizan para el estado al que se va a hacer la transición (por ejemplo, L0) se utilizan para los símbolos de sincronización. Esta situación corresponde esencialmente a la situación en el modo de baja potencia como se indica en el recuadro 120 en la Fig. 7, al menos en lo que respecta a los símbolos de sincronización. Durante el tiempo T2, usando la estimación de canal de símbolos de sincronización, se calcula la estimación de la relación de señal a ruido, la computación de coeficientes de precodificador y la carga de bits en subportadoras que no se utilizan en el modo de baja potencia (por ejemplo, L2.2 en el ejemplo de la Fig. 8). Después de ese tiempo, que termina en 134, los coeficientes se actualizan y puede comenzar esencialmente la misma secuencia de salida que en el caso de la Fig. 7, que dura desde un tiempo T1 hasta un tiempo 135. En muchas aplicaciones, el tiempo T2 puede ser demasiado largo. Sin embargo, en aplicaciones donde el tiempo T2 es aceptable, el enfoque de la Fig. 8, donde los símbolos de sincronización utilizan más tonos o subportadoras solamente durante un tiempo T2 al final del modo de baja potencia, puede contribuir a un cierto ahorro de energía adicional debido a la cantidad reducida de tonos o subportadoras en el modo de baja potencia.

20 También se pueden utilizar otros enfoques.

Las formas de realización descritas anteriormente solo sirven como ejemplos y no deben interpretarse como limitativas. Además, las técnicas divulgadas en el presente documento, aunque adecuadas para sistemas vectorizados, también se pueden utilizar en sistemas no vectorizados.

25 Por ejemplo, en sistemas VDSL2 no vectorizados se pueden aplicar los principios descritos anteriormente: en el estado L2, los símbolos de datos se transmiten con un pequeño conjunto de subportadoras activas necesarias para transmitir velocidades de datos de baja velocidad durante L2, mientras que los símbolos de sincronización se transmiten con más subportadoras, con la intención de utilizar estas subportadoras para la supervisión para actualizar las tablas de carga de bits asociadas al estado L0 u otro estado L2 con mayor velocidad de bits a la que la línea puede necesitar realizar una transición (transición rápida).

35 En algunas formas de realización, la PSD de transmisión de símbolos de sincronización se puede mantener alta, como en el modo L0. Esto puede mejorar la precisión de la supervisión de las actualizaciones de carga de bits. Sin embargo, dado que los símbolos de sincronización pueden no estar alineados en diferentes líneas VDSL2 (no vectorizadas), pueden generar un ruido repetitivo en otras líneas (en modo L0 o L2). Este ruido repetitivo no causará daños de rendimiento a las líneas existentes en algunas circunstancias, ya que su carga de bits se establece antes de la transición a L2, pero nuevas líneas pueden no percatarse del ruido y verse afectadas.

40 Las siguientes medidas se pueden emplear en formas de realización para mitigar el problema:

- utilizar reducción de PSD (total o parcial) también en símbolos de sincronización; por ejemplo, si los símbolos de sincronización se reducen en una PSD equilibrada como otros símbolos de datos no se genera ruido no estacionario;
- analizar la presencia de ruido repetitivo (con un período conocido de supertrama VDSL2) durante la inicialización y el tiempo de funcionamiento, y utilizar las mediciones para mantener el margen SNR y la carga de bits, respectivamente;
- informar a las nuevas líneas acerca de la presencia de líneas en modo L2 durante la inicialización y ajustar el valor del ruido virtual en consecuencia;
- en caso de múltiples DSLAM (multiplexores de acceso a línea de abonado digital) que den servicio al agrupador de cables, utilizar un sistema de gestión de red remoto para informar a cada uno de los DSLAM sobre la presencia de líneas L2 en el agrupador, su estado L2 específico y la cantidad. En consecuencia, esto permitirá a cada DSLAM definir el ruido virtual durante la inicialización. El DSLAM pasará esta información a los CPE durante la inicialización utilizando los canales de comunicación disponibles (por ejemplo, toma de contacto según la Recomendación G.994.1 o canal de operaciones especiales (SOC) definido en la Recomendación G.993.2).

Las medidas anteriores se pueden utilizar individualmente, o dos o más de estas medidas se pueden combinar en algunas formas de realización.

60 El término "ruido virtual" utilizado anteriormente puede tener el mismo significado que, por ejemplo, el definido en la Recomendación G.993.2 de la ITU-T, por ejemplo, la Revisión 2011.

65 Los procedimientos y técnicas divulgados en el presente documento se pueden implementar como software, hardware, firmware o combinaciones de los mismos. Por ejemplo, algunas de las técnicas se pueden implementar en firmware,

hardware o software en los dispositivos de comunicación analizados con referencia a las Fig. 1 a 3. Algunas o todas las técnicas se pueden implementar almacenando instrucciones en un medio de almacenamiento no transitorio y proporcionando un procesador acoplado al almacenamiento que ejecuta las instrucciones. Implementaciones en hardware son igualmente posibles.

5

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de comunicación (10, 16-19), que comprende:

5 un transmisor (69), donde el transmisor está adaptado para transmitir símbolos de sincronización y símbolos de datos,
 donde el dispositivo de comunicación (10, 16-19) se puede hacer funcionar en un modo habitual y en al menos un modo de baja potencia, donde el transmisor (69) está adaptado para transmitir símbolos de sincronización durante el modo de baja potencia que utilizan más tonos que los tonos usados para símbolos de datos al menos al final del modo de baja potencia, y donde el dispositivo de comunicación (10, 16-19) está adaptado para realizar una estimación de canal basándose en los símbolos de sincronización.

2. El dispositivo de comunicación (10, 16-19) según la reivindicación 1, donde el dispositivo de comunicación (10, 16-19) está configurado para identificar un modo de baja potencia para la asociación con el transmisor (69) y un receptor asociado (84), donde el transmisor (69) está adaptado para comunicar el modo de baja potencia, el dispositivo de comunicación (10, 16-19) está adaptado además para proporcionar información asociada a tonos y carga de bits, el transmisor (69) está adaptado además para comunicar una bandera que indica una posición de símbolo, donde la posición de símbolo indica cuándo comenzará el modo de baja potencia.

3. El dispositivo de comunicación (10, 16-19) según la reivindicación 1 o 2, en el que el transmisor (69) está adaptado para transmitir los símbolos de sincronización que tienen más tonos que los símbolos de datos durante el modo de baja potencia completo.

4. El dispositivo de comunicación (10, 16-19) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que los símbolos de sincronización durante al menos el final del modo de baja potencia utilizan todos los tonos que se utilizarán en un modo al que se entrará después del modo de baja potencia.

5. El dispositivo de comunicación (10, 16-19) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde el dispositivo de comunicación (10, 16-18) está adaptado para dejar en blanco una parte de los símbolos de sincronización.

6. El dispositivo de comunicación (10, 16-19) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde el dispositivo de comunicación (10, 16-19) comprende además un circuito receptor, en el que proporcionar la información asociada a tonos y carga de bits comprende recibir la información asociada a tonos y carga de bits mediante el circuito receptor.

7. El dispositivo de comunicación (10, 16-19) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, donde el dispositivo de comunicación (10, 16-18) está adaptado para emplear vectorización.

8. El dispositivo de comunicación (10, 16-19) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde el dispositivo de comunicación (10, 16-18) está comprendido en un armario.

9. El dispositivo de comunicación (10, 16-19) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, donde el dispositivo de comunicación (10, 16-19) es un dispositivo DSL.

10. El dispositivo de comunicación (10, 16-19) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, donde el dispositivo de comunicación (10, 16-19) está adaptado para comunicar el final del modo de baja potencia dependiendo de la cantidad de datos a transmitir.

11. El dispositivo de comunicación (10, 16-19) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, donde el dispositivo de comunicación (10, 16-19) está adaptado para ajustar una posición de símbolos utilizados para la estimación de canal durante el modo de baja potencia en función del ruido de pulso eléctrico repetitivo detectado.

12. Un procedimiento de comunicación, que comprende:

55 transmitir símbolos de sincronización y símbolos de datos, y,
 en un modo de baja potencia, utilizar más tonos para la transmisión de símbolos de sincronización que los tonos utilizados para la transmisión de símbolos de datos, al menos al final del modo de baja potencia, y realizar una estimación de canal en función de los símbolos de sincronización.

13. El procedimiento de comunicación según la reivindicación 12, que comprende además:

60 identificar un modo de baja potencia para su asociación a un transmisor y un receptor asociado,
 comunicar el modo de baja potencia,
 65 proporcionar información asociada a tonos y carga de bits, y

comunicar una bandera que indica una posición de símbolo, donde la posición de símbolo indica cuándo comenzará el modo de baja potencia.

5 14. El procedimiento según la reivindicación 12 o 13, que comprende además transmitir los símbolos de sincronización que tienen más tonos que los símbolos de datos durante el modo de baja potencia completo.

10 15. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, en el que los símbolos de sincronización durante al menos el final del modo de baja potencia utilizan todos los tonos que se utilizarán en un modo al que se entrará después del modo de baja potencia.

FIG 1

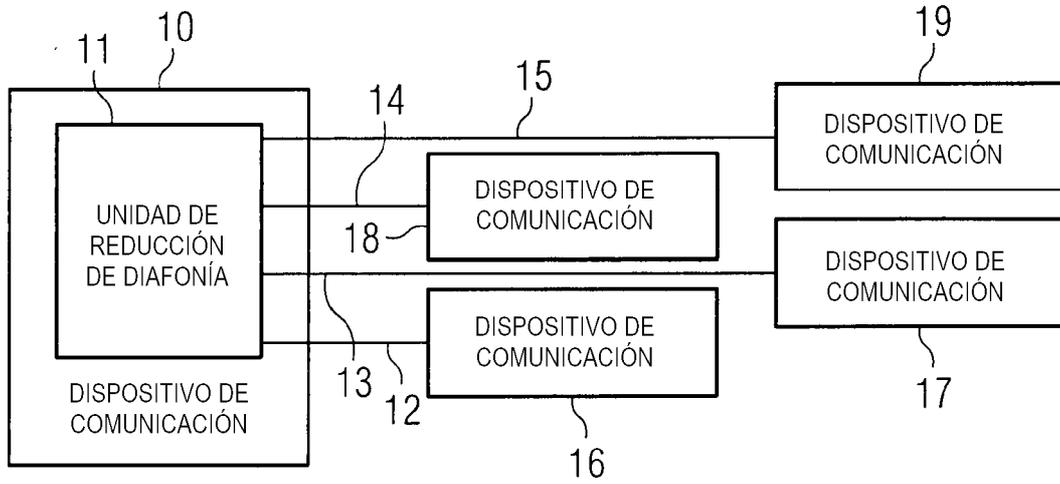


FIG 2

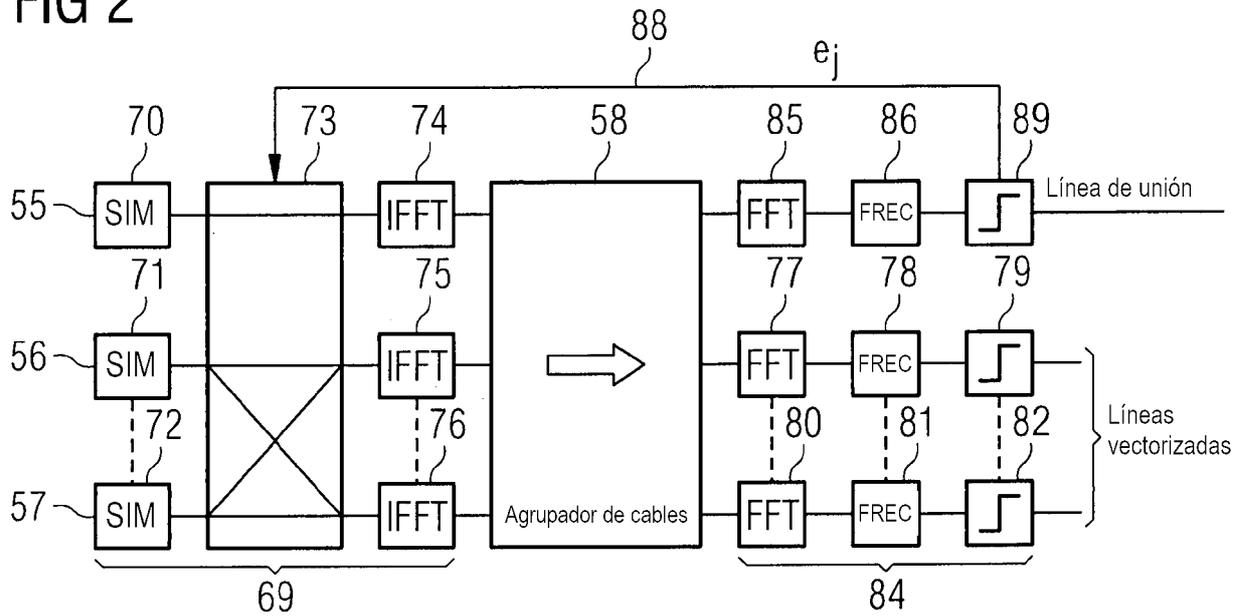


FIG 3

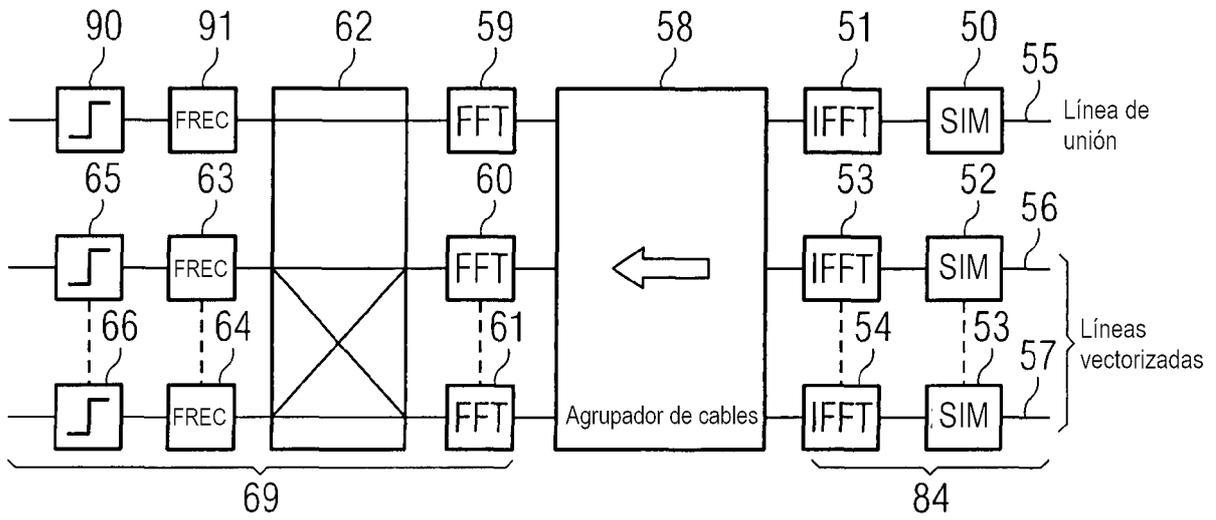


FIG 4

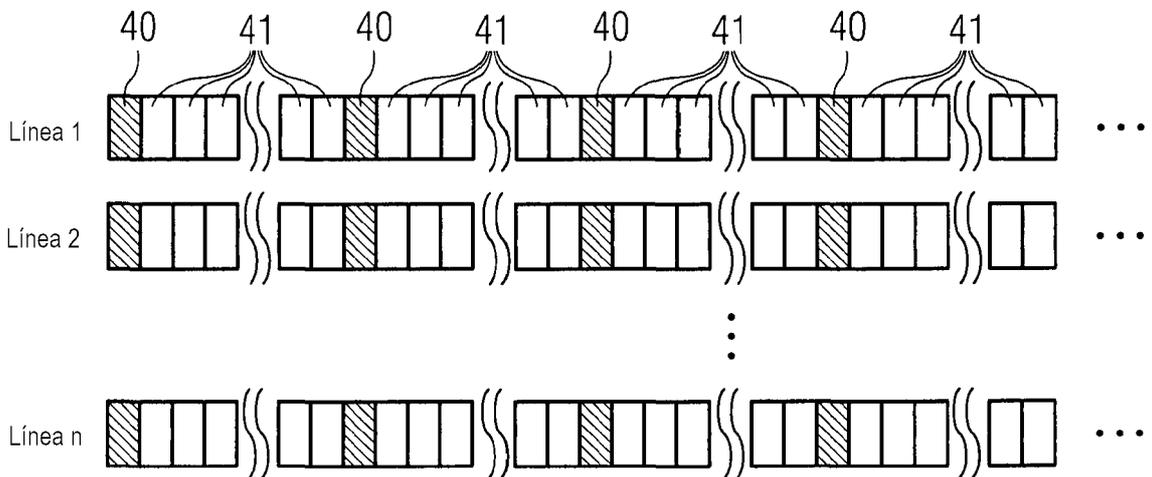


FIG 5

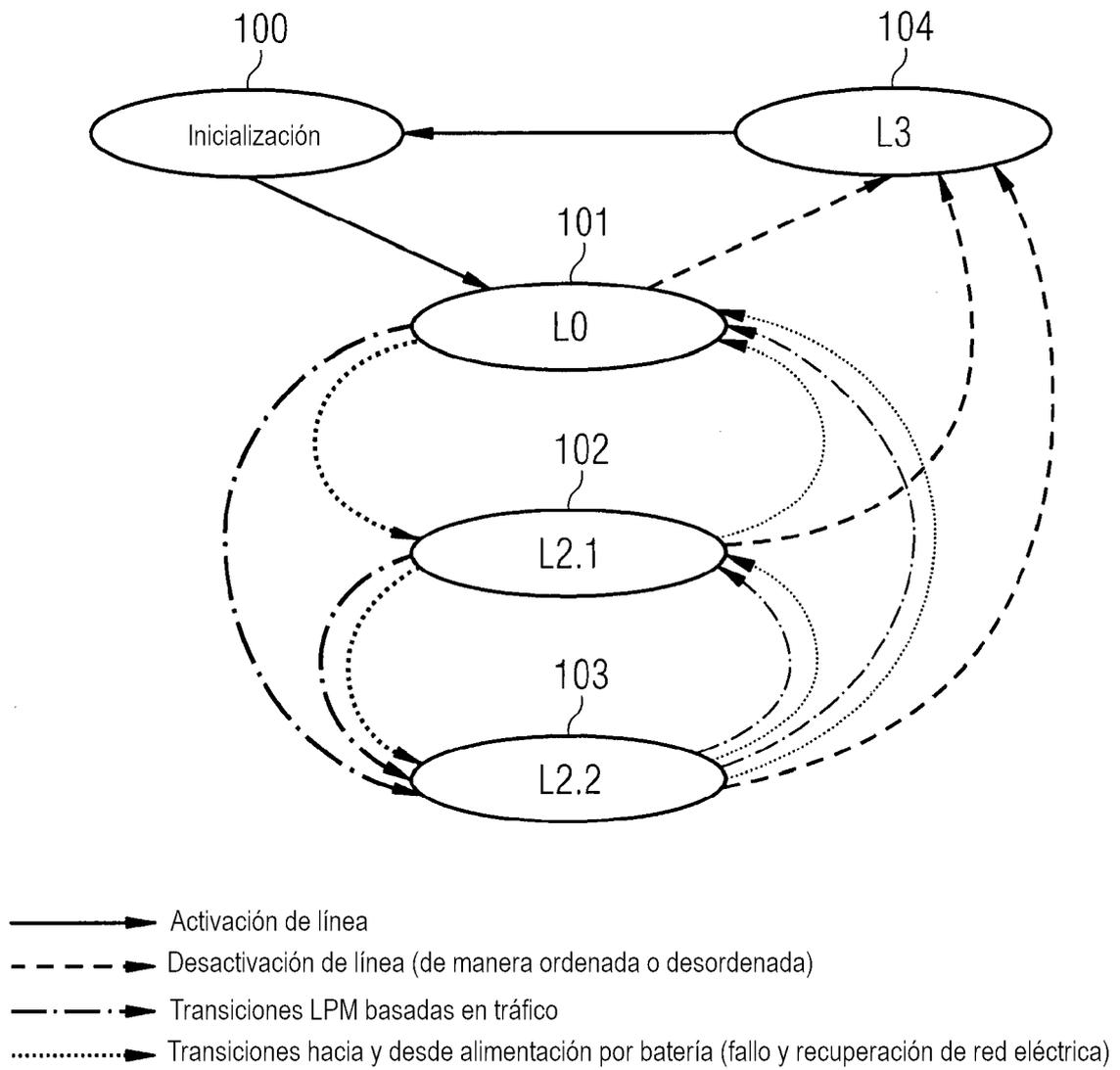


FIG 6

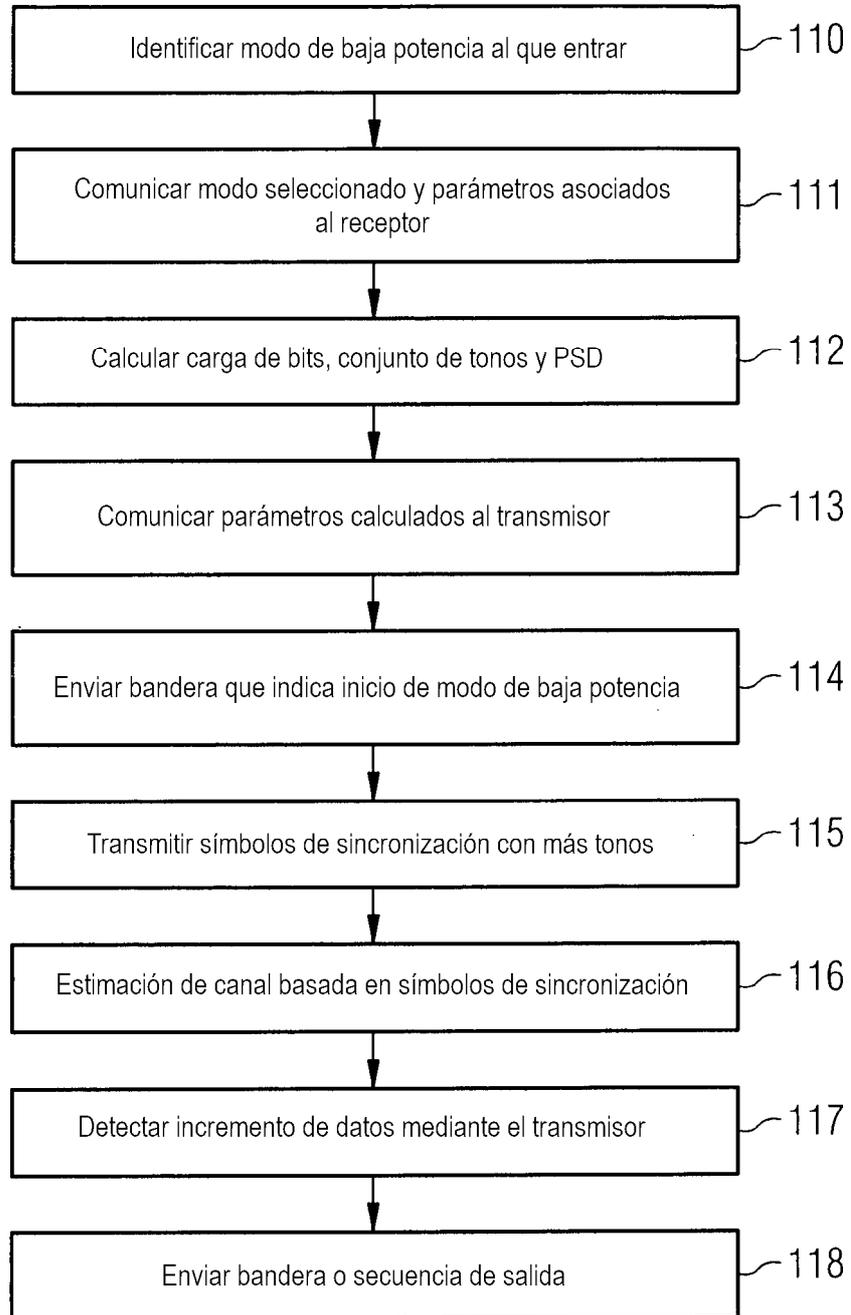


FIG 7

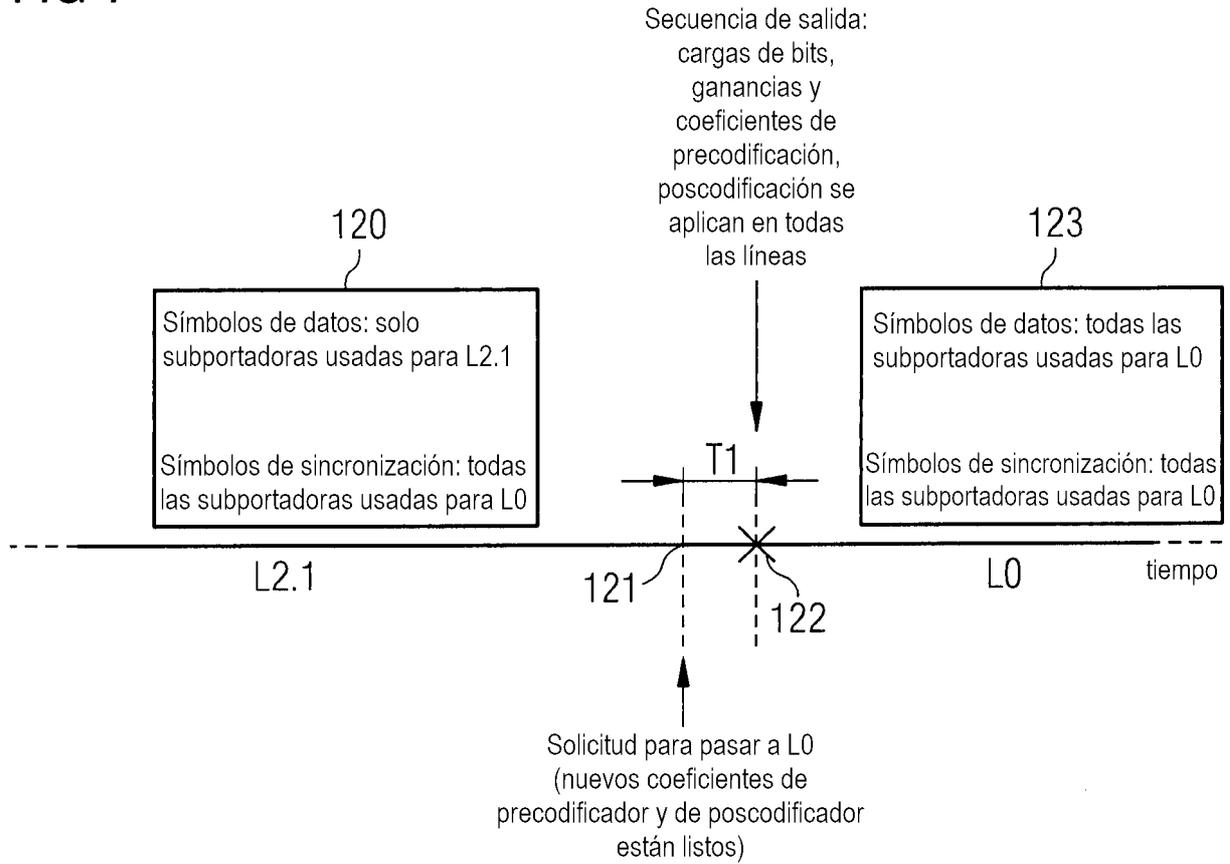


FIG 8

