

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 390 818**

51 Int. Cl.:  
**H04M 11/06** (2006.01)  
**H04L 25/00** (2006.01)  
**H04J 13/00** (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06790993 .7**  
96 Fecha de presentación: **14.09.2006**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1940140**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.07.2008**

54 Título: **Método, aparato y sistema de prueba de diafonía de línea de comunicación multiusuario**

30 Prioridad:  
**16.09.2005 CN 200510103308**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.11.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.11.2012**

73 Titular/es:  
**HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)**  
**Huawei Administration Building Bantian**  
**Longgang District, Shenzhen**  
**Guangdong 518129 , CN**

72 Inventor/es:  
**SHI, QINGQUAN**

74 Agente/Representante:  
**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 390 818 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

Método, aparato y sistema de prueba de diafonía de línea de comunicación multiusuario

## 5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a tecnologías de comunicaciones de redes y en particular, a una tecnología para la prueba de diafonía sobre líneas de comunicaciones de abonados múltiples.

## 10 Antecedentes de la invención

La tecnología de líneas de abonados digitales asimétricas (ADSL) ha evolucionado durante los años de desarrollo desde la ADSL de primera generación, la ADSL2 de segunda generación y la ADSL2+, a la más reciente línea de abonado digital de alta velocidad 2 (VDSL2). Con el incremento de la banda de frecuencias, también aumenta el ancho de banda. ADSL y ADSL2, con el espectro de enlace descendente más bajo que 1,1 MHz, proporcionan tasas de transmisión de enlace descendente tan altas como 8 Mbps. ADSL2+ expande el ancho de banda de enlace descendente a 2,2 MHz y proporciona una tasa de transmisión de enlace descendente máxima de 24 Mbps. VDSL2 utiliza un espectro de hasta 30 MHz en el enlace descendente y proporciona una tasa simétrica de enlace ascendente-descendente de 100 Mbps.

20 Sin embargo, a medida que aumenta la banda de frecuencias en la tecnología xDSL, la diafonía constituye una inconveniencia operativa, en particular en una banda de altas frecuencias. Existe diafonía de extremo cercano (NEXT) y diafonía de extremo lejano (FEXT), según se indica en la Figura 1 y en la Figura 2. NEXT no tiene ningún perjuicio importante para el rendimiento del sistema, mientras que la diafonía FEXT tiene un impacto grave sobre la transmisión de la línea.

25 Por ejemplo, cuando se activan los servicios de xDSL para múltiples abonados en un haz de cables, algunas líneas pueden sufrir de inestabilidad y de tasa de transmisión baja o incluso la falta de activación de servicios de líneas xDSL debido a la presencia de diafonía FEXT, lo que da lugar a una baja tasa de activación del multiplexor de acceso a líneas de abonados digitales (DSLAM).

30 Algunos operadores han elaborado sus especificaciones técnicas sobre la gestión de aplicaciones de espectros para evitar la diafonía entre dispositivos en varias ubicaciones. Las tecnologías y métodos actualmente utilizados para resolver problemas de diafonía incluyen la tecnología de detección de abonados múltiples, la tecnología de detección de abonados múltiples con probabilidad máxima y la tecnología de detección de abonados múltiples con cancelación de la interferencia.

35 Las tecnologías actuales, sin embargo, son complicadas y exigen la realización de una gran cantidad de cálculo. Además, las tecnologías solamente optimizan el rendimiento de las líneas DSL o del sistema basado en algunas características estadísticas de la diafonía en lugar de proporcionar pruebas de diafonía cuantitativas en líneas múltiples. Como resultado, no se puede optimizar, en gran medida, el rendimiento de transmisión de las líneas DSL.

40 El documento US 6744813B1, da a conocer que un estimador de ruido con umbral detecta y muestrea una señal de error durante un periodo de muestreo. Cuando la magnitud de una muestra de ruido, también conocida como una muestra de error, es al menos igual a un umbral predefinido, se calcula la potencia de esa muestra de error. Al final del periodo de muestreo, las potencias calculadas de las muestras de error (solamente las muestras de datos que tienen una magnitud al menos igual al umbral predefinido) son objeto de promediación. Esta potencia media corresponde a un indicador de error que indica, de forma cuantitativa, la potencia para esas partes de una señal de error que es al menos igual al umbral. Formas de realización alternativas proporcionan una histéresis de magnitud, una histéresis de tiempo o ambas histéresis de magnitud y de tiempo en la determinación de un indicador de error. Además, formas de realización alternativas proporcionan la adición de la potencia de la muestra de error máximo a la potencia media en la determinación de un indicador de error o bien, proporcionan la adición de una potencia máxima media intercalada a la potencia media en la determinación de un indicador de error.

55 El documento WO 00/59125A da a conocer que, en un sistema de transmisión, que hace uso de señales convertidas de frecuencias, teniendo dicho sistema una pluralidad de líneas, un método para reducir la diafonía inducida sobre una señal en una primera línea de dicha pluralidad de líneas mediante una señal en una segunda línea de dicha pluralidad de líneas, incluyendo la estimación de un factor de acoplamiento complejo para la diafonía, que cuando se multiplica por la señal en la segunda línea constituye una estimación de la diafonía inducida y restando la diafonía inducida estimada de la señal en la primera línea. La invención comprende un método de aproximación para multiplicar el factor de acoplamiento complejo por la señal en la segunda línea que opera sobre la señal en la segunda línea a través de una rotación previa, escalamiento y multiplicación por un número complejo en función del factor de acoplamiento, siendo elegido dicho número complejo a partir de un conjunto de números complejos predeterminados con el fin de obtener la mejor aproximación posible.

65 El documento titulado "Identificación de la diafonía FEXT en tiempo real en sistemas ADSL" (IEEE, 4 septiembre 2003, páginas 61 – 66, ISBN: 978-0-7803-7864-3) da a conocer que la identificación de diafonía FEXT da lugar a una

utilización mejorada del espectro de frecuencias en sistemas ADSL. La determinación exacta de la función de transferencia de diafonía es una tarea exigente que resulta afectada por varios impedimentos del sistema. Este documento investiga el rendimiento de un método en tiempo real que utiliza el intercambio de información de señalización de una nueva línea ADSL activada con el fin de determinar la función de diafonía entre esta línea y una línea operativa existente.

El documento US 6870901B1 da a conocer que un método incluye uno o más de lo siguiente: compilación de modelos estadísticos de capas físicas de un sistema de comunicaciones; la creación, *a priori* de distribuciones de funciones de transferencia de diafonía, la memorización de los modelos y la distribución *a priori* en un medio de memorización y la utilización de los modelos y las distribuciones *a priori* para diagnosticar causas probables de incidencias operativas detectadas en dicho sistema de comunicaciones.

Sumario de la invención

La presente invención da a conocer un método, aparato y sistema para prueba de diafonía en líneas de comunicaciones de abonados múltiples, de modo que la diafonía entre líneas múltiples se pueda probar, de forma cuantitativa, para facilitar la optimización del rendimiento de líneas DSL o el rendimiento de sistemas.

Los objetivos se consiguen mediante la solución técnica siguiente.

Una forma de realización de la invención da a conocer un método para la prueba de diafonía en líneas de comunicaciones de abonados múltiples. El método comprende las etapas siguientes:

la carga de códigos ortogonales de espectros de dispersión en líneas entre las líneas de comunicaciones de abonados múltiples y el envío de señales cargadas con los códigos ortogonales de espectros de dispersión en el lado transmisor, en donde los códigos ortogonales de espectros de dispersión corresponden a las líneas en un mapeado de correspondencia entre las etiquetas de líneas y los códigos ortogonales y

la obtención de la información de vector de diafonía en función del vector de la señal recibida real y la determinación del valor cuantitativo de la diafonía de una línea determinada de las líneas en el lado receptor.

El método incluye, además, que los códigos ortogonales de espectros de dispersión sean objeto de mapeado de correspondencia con cada una de las líneas entre las líneas de comunicaciones de abonados múltiples que comprende, además:

el etiquetado de cada una de las líneas, el mapeado de etiquetas para un grupo de códigos ortogonales de espectros de dispersión y la salvaguarda del mapeado en una Tabla de mapeado.

La etapa de carga de códigos ortogonales de espectros de dispersión en la línea bajo prueba comprende, además:

la carga continua de los códigos ortogonales de espectros de dispersión correspondientes a las líneas en símbolos en un tono o múltiples tonos de las líneas, en donde, en cada una de las líneas, se carga cada uno de los símbolos con uno o más bits de los códigos ortogonales de espectros de dispersión correspondientes a la línea.

La etapa de obtener la información del vector de diafonía en función del vector de la señal recibida real comprende:

la obtención del vector de la señal recibida que contiene información de diafonía a partir de las señales recibidas de cada tono o de una línea bajo prueba, sobre la línea bajo prueba, mediante una Transformada de Fourier Rápida (FFT) en el lado receptor de la línea bajo prueba y

el cálculo de la diferencia entre el vector de la señal recibida y el vector de la señal recibida previsto y utilizar la diferencia como la información de diafonía del tono o de la línea.

La etapa de determinación del valor cuantitativo de la diafonía por una línea determinada sobre la línea bajo prueba comprende:

la desmodulación de dispersión de la información del vector de diafonía del tono o de la línea mediante los códigos ortogonales de espectros de dispersión correspondientes y

la obtención del valor cuantitativo de la diafonía a partir de la línea determinada para la línea bajo prueba o del tono de la línea bajo prueba en función del resultado de la desmodulación de dispersión (*'despreading'*).

El resultado de la función *despreading* es  $\sum_{i=1}^L b_i \Delta(a + jb)_i$ , en donde L representa la longitud de los códigos ortogonales de espectros de dispersión,  $b_i$ , para el código ortogonal de espectro de dispersión correspondiente a la línea  $i$  y  $\Delta(a + jb)$  para la información del vector de diafonía.

5 La etapa de obtención del valor cuantitativo de la diafonía a partir de la línea determinada para la línea bajo prueba o del tono de la línea bajo prueba comprende:

la realización de una operación MOD sobre el resultado de la función *despreading* para obtener un valor cuantitativo y la determinación de si el valor supera el umbral preestablecido; si se determina que el valor excede el umbral preestablecido, utilizar el valor como el valor cuantitativo de la diafonía desde la línea determinada a la línea bajo prueba; de no ser así, la determinación de que no existe ningún impacto de diafonía por la línea determinada sobre la línea bajo prueba.

15 En una forma de realización de la invención, cuando se realiza una prueba de diafonía sobre múltiples tonos de la línea, comprende además:

la determinación del resultado de la función *despreading* sobre el siguiente tono de la línea bajo prueba, el cálculo y la determinación del valor cuantitativo de la diafonía desde la línea determinada a la línea bajo prueba hasta que se obtengan los resultados de la función *despreading* de todos los tonos de la línea bajo prueba y la obtención de los resultados de la prueba de diafonía.

El método comprende, además:

25 la obtención del ángulo de fase de las señales de diafonía en la línea bajo prueba en función de los resultados de la función de *despreading* y la determinación de las características de fase basadas en el ángulo de fase inicial de la línea bajo prueba.

Una forma de realización de la invención da a conocer, además, un aparato transmisor para la prueba de diafonía en líneas de comunicaciones de abonados múltiples, que comprende:

30 un módulo de configuración de señal de carga, adaptado para salvaguardar el mapeado entre las etiquetas de líneas y los códigos ortogonales de espectros de dispersión y para proporcionar al módulo de carga de señal de prueba las señales a cargar y

35 un módulo de carga de señal de prueba, adaptado para cargar señales de prueba basadas en los códigos ortogonales de espectro de dispersión correspondientes a las líneas de prueba proporcionadas por el módulo de configuración de señal de carga y para enviar las señales de prueba.

40 Una forma de realización de la invención da a conocer, además, un aparato receptor para prueba de diafonía para líneas de comunicaciones de abonados múltiples, que comprende:

un módulo de recepción y de procesamiento de señales, adaptado para recibir señales desde el aparato transmisor y para obtener el vector de la señal recibida mediante FFT;

45 un módulo de cálculo de vector de diafonía, adaptado para calcular el vector de diafonía en función del vector de la señal recibida y del vector de la señal recibida previsto del aparato receptor y

un módulo de cálculo del valor de diafonía, adaptado para calcular el valor cuantitativo de la diafonía desde una línea determinada a la línea bajo prueba en función del vector de diafonía.

50 El módulo de cálculo del valor de diafonía comprende:

un módulo de la función de *despreading* adaptado para demodular la dispersión del vector de diafonía y para obtener el resultado de la función de *despreading*;

55 un módulo de cálculo de valor y de fase, adaptado para realizar una operación MOD sobre el resultado de la función de *despreading* para obtener un valor cuantitativo y una fase;

60 un módulo de determinación, adaptado para determinar si existe diafonía en función del resultado de la operación MOD y el umbral preestablecido y para determinar el valor cuantitativo de la diafonía;

y en donde el resultado de la operación sobre la información del vector de diafonía es  $\sum_{i=1}^L b_i \Delta(a + jb)_i$ , en donde L representa la longitud de los códigos ortogonales  $b_i$  para el código ortogonal correspondiente a la línea  $i$  y  $\Delta(a + jb)$  corresponde a la información del vector de diafonía.

5 Una forma de realización de la invención da a conocer, además, un sistema para prueba de diafonía sobre líneas de comunicaciones de abonados múltiples, incluyendo un aparato transmisor y un aparato receptor, en donde el aparato transmisor carga códigos ortogonales en líneas entre las líneas de comunicaciones de abonados múltiples y envía señales de prueba, mientras que el aparato receptor recibe señales de prueba y calcula el valor cuantitativo de la diafonía.

10 En la solución técnica dada a conocer en una forma de realización de la invención, se puede identificar una fuente de diafonía y se puede calcular el valor de la diafonía. La diafonía sobre líneas DSL múltiples se puede probar en tiempo real sin producir un impacto sobre el rendimiento de transmisión de las líneas. Por lo tanto, no existe ninguna interferencia con los dispositivos y líneas en servicio.

15 El resultado de la prueba indica cuántas líneas tienen un impacto importante sobre la línea bajo prueba y refleja la gravedad del impacto, proporcionando una base firme para la gestión dinámica del espectro.

20 Con la presente invención, se pueden proporcionar líneas de comunicaciones con una tasa de transmisión más alta y más estable y se puede mejorar el rendimiento global del sistema y la tasa de activación del DSLAM.

Breve descripción de los dibujos

25 La Figura 1 representa el diagrama esquemático de la diafonía NEXT;

La Figura 2 representa el diagrama esquemático de la diafonía FEXT;

La Figura 3 ilustra un modelo de diafonía en la transmisión de líneas de comunicaciones múltiples;

30 La Figura 4 representa el flujo de realización del método dado a conocer en una forma de realización de la invención;

La Figura 5 ilustra el mapeado de etiquetas de líneas con códigos ortogonales;

35 La Figura 6 representa la carga de códigos del espectro de dispersión;

La Figura 7 representa la carga de códigos del espectro de dispersión en un símbolo;

La Figura 8 representa la modulación y recepción de un vector;

40 La Figura 9 ilustra el flujo de señales en el método para la prueba de diafonía;

La Figura 10 muestra el resultado de una prueba de diafonía en una línea única;

45 La Figura 11 muestra el resultado de una prueba de diafonía en líneas múltiples y

La Figura 12 representa la estructura del sistema dado a conocer en una forma de realización de la invención.

Descripción detallada de la invención

50 Los principales objetivos de la presente invención son detectar una fuente de diafonía y cuantificar una diafonía. Si la diafonía se puede probar en tiempo real en dispositivos DSL, los dispositivos DSL pueden responder a la diafonía en tiempo real y de este modo, evitar la diafonía entre líneas DSL de abonados múltiples y proporcionar datos sobre la diafonía para optimizar el rendimiento de dispositivos DSLAM.

55 En la práctica, las líneas xDSL, en el mismo haz de cables, pueden tener impactos de diafonía entre sí. La idea inventiva básica de la presente invención es realizar una prueba de diafonía entre múltiples pares de líneas xDSL así como la identificación de una fuente de diafonía y la cuantificación de la diafonía mediante división de códigos.

60 El método dado a conocer, en una forma de realización de la presente invención, se describe a continuación, con detalle, haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

En la Figura 3, los caracteres  $\phi_{i,j}(n)$  indican la diafonía desde la línea j en el n-ésimo tono de la línea i. La energía de diafonía total sobre el n-ésimo de línea i es  $\sum_{j=1}^M \phi_{i,j}(n)$ , en donde  $\phi_{i,j}(n) = 0 (i = j)$  y M es el número de líneas.

5 En condiciones normales, la energía de diafonía total se puede medir aproximadamente en el periodo de silencio operativo durante la inicialización de la línea. La energía de diafonía total, en cada tono, se puede utilizar para estimar el rendimiento de la línea pero no es adaptable para la optimización de la línea global, que exige la dependencia de la diafonía entre cada dos líneas en el sistema. Por lo tanto, es necesario calcular la diafonía entre cada dos líneas en el sistema, es decir, el valor  $\phi_{i,j}(n)$  para cada línea en el sistema, en donde i y j varían desde 1 a M.

10 Todas las demás líneas pueden tener impactos de diafonía sobre una línea determinada al mismo tiempo. Según se ilustra en la Figura 4, la línea 1 a la línea j tiene impactos de diafonía sobre la línea i. El problema es cómo identificar, por separado, la diafonía desde diferentes líneas a la línea i al mismo tiempo y cómo identificar una línea específica que tenga un impacto de diafonía sobre la línea i.

15 En una forma de realización de la presente invención, se utilizan etiquetas para determinar la diafonía de cada dos líneas en el sistema. De este modo, las señales de diafonía globales se pueden derivar a partir de la suma de la diafonía desde cada línea y de este modo, se puede determinar la diafonía desde cada línea a la línea i.

20 La Figura 4 representa el flujo de realización del método dado a conocer en una forma de realización de la invención. El flujo indica las etapas siguientes:

Etapa 41: Etiquetar las interfaces de las líneas en función de una determinada secuencia o regla, de modo que se puedan identificar líneas diferentes.

25 Por ejemplo, etiquetar las líneas desde 1 a i y j. Otros métodos pueden adoptarse también para etiquetar las líneas. Después de que las líneas sean etiquetadas para identificación, se puede calcular, por separado, la diafonía desde cada línea en etapas posteriores.

30 Etapa 42: Efectuar el mapeado de etiquetas para un grupo de códigos ortogonales de espectro de dispersión para establecer la correspondencia, uno a uno, en donde la longitud de los códigos ortogonales del espectro de dispersión sea L y salvaguardar el mapeado para una Tabla de mapeado, según se representa en la Tabla 1.

Tabla 1 Mapeado entre etiquetas y códigos ortogonales del espectro de dispersión

Etiqueta de línea	1	2	3	...	n
Código ortogonal	Código ortogonal b1	Código ortogonal b2	Código ortogonal b3	...	Código ortogonal bn

35 La prueba de diafonía se puede realizar, entonces, cargando los códigos ortogonales del espectro de dispersión pertinentes en canales de pruebas diferentes (esto es, líneas de pruebas identificadas por etiquetas).

40 Etapa 43: La Figura 6 ilustra la carga de códigos ortogonales del espectro de dispersión en un tono determinado de canales de prueba según se representa en la Figura 5. Más concretamente, en el tono determinado de uno de los canales de prueba, un bit de código ortogonal de espectro de dispersión correspondiente al canal de prueba se carga en cada símbolo y L símbolos se cargan continuamente con bits del código ortogonal del espectro de dispersión, en donde L es la longitud del código ortogonal del espectro de dispersión.

45 O bien, sobre el tono determinado de uno de los canales de prueba, k bits de código ortogonal de espectro de dispersión correspondiente t al canal de prueba se cargan en cada símbolo y L/k símbolos se cargan continuamente con bits del código ortogonal del espectro de dispersión, en donde L/k indica el número L dividido por k. Para garantizar la realización del método, L/k debe ser un número entero.

50 Por ejemplo, para detectar la línea desde la línea 1 representada en la Figura 5, esta etapa de carga de códigos ortogonales del espectro de dispersión se realiza en la línea 1.

El código cargado en la línea 1 es el código ortogonal b1 correspondiente a la línea 1 en la Tabla 1.

55 Según se ilustra en la Figura 7, los bits de la palabra de código del espectro de dispersión se cargan en un símbolo en los respectivos tonos y en el lado receptor, se realiza la función de *despreading* para un símbolo. El resultado de la función de *despreading* puede reflejar si existen impactos de diafonía y la gravedad de la diafonía en la línea bajo prueba, pero no reflejan si existen impactos de diafonía sobre un tono determinado y la gravedad de la diafonía en el

tono determinado en el lado receptor. Este método es simple y ahorra tiempo, desempeñando, por ello, una importante función en el análisis cuantitativo.

5 Etapa 44: Obtener el vector de la señal recibida que contiene información de diafonía por la Transformada de Fourier Rápida (FFT) y determinar el vector de diafonía en el equipo del abonado (CPE) conectado al canal bajo prueba.

El vector de transmisión Y del canal bajo prueba es estiramiento y giro hasta X bajo el impacto de la diafonía y los ruidos procedentes de otras líneas. El canal bajo prueba puede ser cualquiera de la línea 2 a la línea i y línea j.

10 Según se ilustra en la Figura 8, el vector de diafonía  $\Delta(a + jb)$ , que incluye la diafonía desde otras líneas a la línea bajo prueba, es la diferencia entre los vectores de señales X e Y.

15 Calcular el vector de la señal recibida y determinar el vector de diafonía en función del vector de la señal recibida y del vector de la señal recibida previsto en el lado receptor.

Etapa 45: Demodular la dispersión el vector de diafonía  $\Delta(a + jb)$  con los códigos ortogonales correspondientes a cada línea, según la Tabla de mapeado en la etapa 42.

20 La función de *despreading* de un vector de diafonía se ilustra en la Figura 9. La fórmula es como sigue:

$$\sum_{i=1}^L b_i \Delta(a + jb)_i$$
, en donde L representa la longitud de los códigos ortogonales del espectro de dispersión y  $b_i$  representa el código ortogonal del espectro de dispersión en la Tabla 1, es decir, el código ortogonal.

25 Etapa 46: Realizar una operación MOD sobre el resultado de la función de *despreading* (un número complejo).

Etapa 47: Determinar si el resultado de la operación MOD supera el umbral preestablecido. Si la respuesta es afirmativa, realizar la etapa 48 y en caso contrario, realizar la etapa 49.

30 Etapa 48: Determinar que un canal de prueba determinado tiene un impacto de diafonía sobre el canal bajo prueba, utilizar el resultado de la operación MOD como el valor cuantitativo relativo de la diafonía y realizar la etapa 49.

35 Es decir, determinar si un canal de prueba determinado tiene un impacto de diafonía en función del resultado de la operación de *despreading* y determinar el valor cuantitativo de la diafonía desde el canal de prueba determinado al canal bajo la prueba en función del resultado de la operación MOD y de la etiqueta de línea correspondiente al código ortogonal del espectro de dispersión en el cálculo.

40 Por ejemplo, si el resultado de la función de *despreading*, en la etapa 45, se obtiene en función del código ortogonal  $b_2$  de la línea 2 y el resultado supera el umbral preestablecido, entonces, la línea 2 tiene un impacto de diafonía sobre la línea bajo prueba, en donde la diafonía se produce sobre el tono cargado en la etapa 43 y el resultado de la operación MOD, calculado en función del resultado de la función de *despreading*, se puede utilizar como el valor cuantitativo relativo de la diafonía.

45 En el método dado a conocer en una forma de realización de la invención, el resultado de la función de *despreading*, en la etapa 45, puede utilizarse también para calcular la característica de fase de la diafonía. Por ejemplo, si el resultado en la etapa 45 es  $\alpha + j\beta$ , el ángulo de fase de las señales de diafonía, en la línea bajo prueba, se puede determinar utilizando la fórmula  $\varnothing_1 = \arctan(\beta / \alpha)$ . El ángulo de fase inicial de la línea bajo prueba (o el canal bajo prueba),  $\varnothing_0$ , es conocido y por lo tanto, el cambio de fase de la diafonía es  $\varnothing_1 - \varnothing_0$ , es decir, la característica de fase.

50 Etapa 49: Determinar si la diafonía sobre todos los tonos de la línea está cuantificada. Si no es así, realizar la etapa 43; en caso contrario, finalizar esta prueba con el valor cuantitativo de la diafonía y la característica de fase.

55 Conviene señalar que, según se ilustra en la Figura 10, la diafonía sobre todos los tonos y su valor cuantitativo se pueden obtener, en un momento determinado, transmitiendo códigos ortogonales del espectro de dispersión sobre cada tono al mismo tiempo en la etapa 43.

60 En una forma de realización de la invención, se puede realizar una prueba de diafonía sobre cualquier línea en líneas de comunicaciones múltiples. Por ejemplo, tres líneas de comunicaciones tienen impactos de diafonía sobre una línea determinada y según se ilustra en la Figura 11, las tres curvas registran el resultado de la prueba de diafonía sobre las tres líneas.

Una forma de realización de la presente invención da a conocer, además, un sistema para realizar una prueba de diafonía sobre líneas de comunicaciones de abonados múltiples, según se representa en la Figura 12. El sistema comprende un aparato transmisor y un aparato receptor. El aparato transmisor envía señales de prueba y el aparato receptor recibe señales de prueba y calcula el valor cuantitativo de la diafonía.

- 5 Los aparatos se describen a continuación en detalle.
1. El aparato transmisor para la prueba de diafonía sobre líneas de comunicaciones de abonados múltiples, comprende:
- 10 un módulo de configuración de señal de carga, adaptado para salvaguardar el mapeado entre las etiquetas de líneas y los códigos ortogonales del espectro de dispersión, la información de mapeado mostrada en la Tabla 1 y para proporcionar a un módulo de carga de señal de prueba las señales a cargar (el método detallado para la configuración de carga se omite en esta descripción por referencia anterior) y
- 15 el módulo de carga de señal prueba, adaptado para cargar señales de prueba en función de los códigos ortogonales del espectro de dispersión correspondientes a la línea de prueba, que se proporcionan por el módulo de configuración de señal de carga y para enviar las señales de prueba al aparato receptor (el proceso específico para carga se puede determinar en función de los requisitos y el método detallado para la carga se omite aquí por la descripción anterior).
- 20 2. El aparato receptor para la prueba de diafonía, en líneas de comunicaciones de abonados múltiples, comprende:
- un módulo de recepción y de procesamiento de señales, adaptado para recibir señales desde el aparato transmisor y para establecer el vector de señal mediante la transformada FFT;
- 25 un módulo de cálculo del vector de diafonía, adaptado para calcular el vector de diafonía en función del vector de la señal recibida y el vector de la señal recibida previsto; es decir, la diferencia entre el vector de la señal recibida y el vector de la señal recibida previsto es el vector de diafonía;
- 30 un módulo de cálculo del valor de diafonía, adaptado para calcular el valor cuantitativo de la diafonía desde una línea determinada a la línea bajo prueba en función del vector de diafonía que incluye, además:
- un módulo de la función de *despreading*, adaptado para demodular la dispersión del vector de diafonía y para obtener el resultado de la función de *despreading* (el método detallado se ilustra en la Figura 9 y se omite en esta descripción);
- 35 un módulo de cálculo de valor y de fase, adaptado para realizar una operación MOD sobre el resultado de la función de *despreading* para obtener un valor de MOD y una fase, en donde la fase es la característica de fase de la diafonía y el valor MOD se utiliza como el valor cuantitativo de la diafonía y
- 40 un módulo de determinación, adaptado para determinar si existe diafonía en función del resultado de la operación MOD y del umbral preestablecido y para determinar el valor cuantitativo de la diafonía, por ejemplo, determinar que existe diafonía y utilizar el resultado de la operación MOD como el valor cuantitativo de la diafonía si el resultado de la operación MOD supera el umbral preestablecido; de no ser así, determinar que no existe ninguna diafonía.
- 45 En una forma de realización de la presente invención, se puede identificar una fuente de diafonía y se puede cuantificar la diafonía correspondiente. La realización de una forma de realización de la invención no impacta sobre el rendimiento de transmisión de las líneas, puesto que no existe ninguna interferencia con las líneas y dispositivos en servicio. El resultado de la prueba indica cuántas líneas tienen un impacto significativo sobre la línea bajo prueba y refleja la gravedad del impacto, proporcionando así una base firme para la gestión dinámica del espectro.
- 50 Aunque la invención ha sido descrita mediante varias formas de realización ejemplo, la invención no está limitada a dichas formas de realización. Resulta evidente para los expertos en esta materia que se pueden realizar varias modificaciones y variaciones de la invención sin desviarse, por ello, del alcance de protección de la invención. La invención está prevista para cubrir las modificaciones y variaciones a condición de que caigan dentro del alcance de protección definido por las siguientes reivindicaciones o sus equivalentes.
- 55

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para prueba de diafonía en líneas de comunicaciones de abonados múltiples, que comprende:

5 la carga, por un aparato transmisor, de códigos ortogonales para líneas entre las líneas de comunicaciones de abonados múltiples y el envío de señales cargadas con los códigos ortogonales en el lado transmisor, correspondiendo los códigos ortogonales a las líneas en una función de mapeado de correspondencia entre etiquetas de las líneas y códigos ortogonales y

10 la obtención, por un aparato receptor, de una información de vector de diafonía en función del vector de la señal recibida real y la determinación del valor cuantitativo de la diafonía ocasionada por una cierta línea de las líneas en el lado receptor;

15 en donde la etapa de obtención de la información de vector de diafonía en función del vector de la señal recibida real comprende, además:

20 la obtención del vector de la señal recibida que contiene información de diafonía a partir de las señales recibidas de cada tono o una línea bajo prueba sobre la línea bajo prueba por medio de una Transformada de Fourier Rápida FFT en el lado receptor de la línea bajo prueba y

el cálculo de la diferencia entre el vector de la señal recibida y el vector de la señal recibida previsto y la utilización de la diferencia como la información de vector de diafonía en un determinado tono o en la línea bajo prueba;

25 en donde la etapa de determinación del valor cuantitativo de la diafonía ocasionada por esa determinada línea comprende, además:

la realización de una operación sobre la información del vector de diafonía del tono o de la línea y

30 la obtención del valor cuantitativo de la diafonía desde la línea determinada a la línea bajo prueba o al tono de la línea bajo prueba en función del resultado de la operación sobre la información de vector de diafonía;

en donde el resultado de la operación sobre la información de vector de diafonía es  $\sum_{i=1}^L b_i \Delta(a + jb)_i$ , en donde L representa la longitud de los códigos ortogonales  $b_i$  para el código ortogonal correspondiente a la línea  $i$  y  $\Delta(a + jb)$  para la información de vector de diafonía.

35 2. El método según la reivindicación 1, en donde los códigos ortogonales son mapeados con cada una de las líneas entre las líneas de comunicaciones de abonados múltiples, que comprende:

40 el etiquetado de cada una de las líneas, el mapeado de las etiquetas para un grupo de códigos ortogonales y la salvaguarda del mapeado en una Tabla de mapeado.

3. El método según la reivindicación 1, en donde la etapa de carga de los códigos ortogonales comprende, además:

45 la carga continua de los códigos ortogonales correspondientes a las líneas en símbolos en un tono o múltiples tonos de las líneas, en donde en cada una de las líneas está cargado cada uno de los símbolos con uno o más bits del código ortogonal correspondiente a la línea.

4. El método según la reivindicación 1, en donde la etapa de obtención del valor cuantitativo de la diafonía desde la línea determinada a la línea bajo prueba o al tono de la línea bajo prueba comprende, además:

50 la realización de una operación MOD sobre el resultado de la operación sobre la información del vector de diafonía para obtener un valor cuantitativo con los códigos ortogonales correspondientes y la determinación de si el valor supera, o no, el umbral preestablecido; si se determina que el valor supera el umbral preestablecido, utilizar el valor como el valor cuantitativo de la diafonía desde la línea determinada a la línea bajo prueba; de no ser así, la determinación de que no existe ningún impacto de diafonía por la línea determinada sobre la línea bajo prueba.

55 5. El método según la reivindicación 4, en donde cuando se detecta una diafonía sobre múltiples tonos de la línea bajo prueba, comprende además:

60 la determinación del resultado de la operación sobre la información de vector de diafonía en el tono siguiente de la línea bajo prueba, el cálculo y la determinación del valor cuantitativo de la diafonía desde la línea determinada sobre al tono siguiente de la línea bajo prueba hasta que se obtengan los resultados de la operación sobre la información de vector de diafonía de todos los múltiples tonos de la línea bajo prueba y la obtención de los resultados de la prueba de diafonía.

6. El método según la reivindicación 1 que comprende, además:

5 la obtención del ángulo de fase de las señales de diafonía en la línea bajo prueba en función de los resultados de la operación sobre la información de vector de diafonía y la determinación de las características de fase en función de un ángulo de fase inicial de la línea bajo prueba.

7. Un aparato transmisor para líneas de comunicaciones de abonados múltiples, caracterizado porque comprende:

10 un módulo de configuración de señal de carga, adaptado para salvaguardar el mapeado entre las etiquetas de líneas y los códigos ortogonales y para proporcionar un módulo de carga de señales de prueba con las señales a cargar y

15 el módulo de carga de señales de pruebas, adaptado para cargar señales de prueba en función de los códigos ortogonales correspondientes a las líneas de prueba proporcionadas por el módulo de configuración de señal de carga y para enviar las señales de prueba destinadas a una prueba de diafonía.

8. Un aparato receptor para líneas de comunicaciones de abonados múltiples, que comprende:

20 un módulo de recepción y de procesamiento de señales, adaptado para recibir señales desde un aparato transmisor y para obtener el vector de la señal recibida mediante una Transformada de Fourier Rápida, FFT;

un módulo de cálculo de vector de diafonía, adaptado para calcular el vector de diafonía en función del vector de la señal recibida y del vector de la señal recibida previsto del aparato receptor y

25 un módulo de cálculo de valor de diafonía, adaptado para calcular el valor cuantitativo de la diafonía desde una línea determinada a la línea bajo prueba en función del vector de diafonía en conformidad con los códigos ortogonales correspondientes a líneas entre las líneas de comunicaciones de abonados múltiples; en donde el módulo de cálculo de valor de diafonía comprende:

30 un módulo de la función de demodular la dispersión, *despreading*, adaptado para realizar una operación sobre el vector de diafonía y para obtener el resultado de dicha operación sobre el vector de diafonía;

35 un módulo de cálculo de valor y de fase, adaptado para realizar una operación MOD sobre el resultado de la operación en la información de vector de diafonía para obtener un valor cuantitativo y una fase;

un módulo de determinación, adaptado para determinar si existe diafonía en función del resultado de la operación MOD y del umbral preestablecido y para determinar el valor cuantitativo de la diafonía;

y en donde el resultado de la operación sobre la información de vector de diafonía es  $\sum_{i=1}^L b_i \Delta(a + jb)_i$ , en donde L

representa la longitud de los códigos ortogonales,  $b_i$  para el código ortogonal correspondiente a la línea  $i$  y

40  $\Delta(a + jb)$  para la información del vector de diafonía.

9. Un sistema para líneas de comunicaciones de abonados múltiples, que comprende el aparato transmisor según la reivindicación 7 y el aparato receptor según la reivindicación 8, en donde el aparato transmisor carga códigos ortogonales en las líneas entre las líneas de comunicaciones de abonados múltiples y envía señales de prueba cargadas con los códigos ortogonales a las líneas entre las líneas de comunicaciones de abonados múltiples y el aparato receptor recibe señales de prueba y calcula el valor cuantitativo de la diafonía mediante los códigos ortogonales correspondientes.

10. El sistema según la reivindicación 9, en donde el aparato transmisor es un multiplexor de acceso de líneas de abonados digitales, DSLAM, y el aparato receptor es un equipo del equipo del cliente CPE.

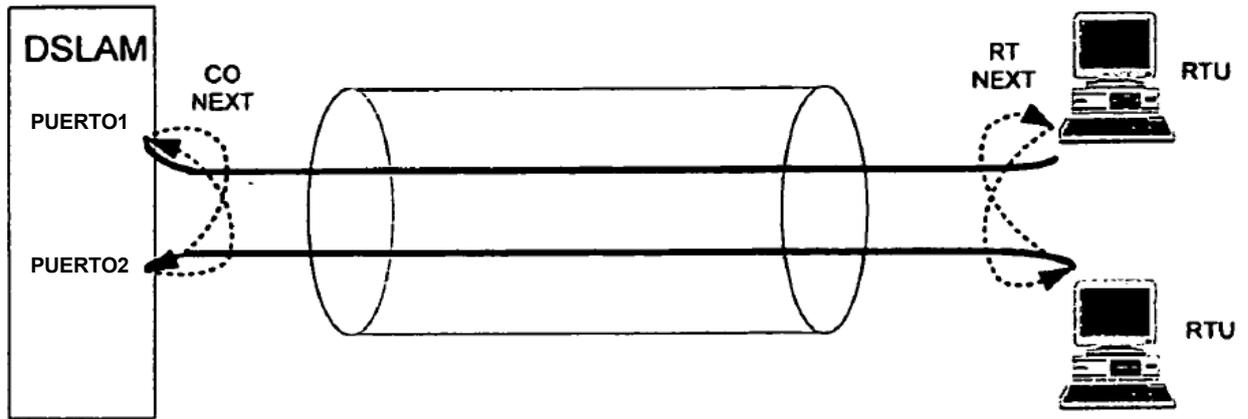


Figura 1

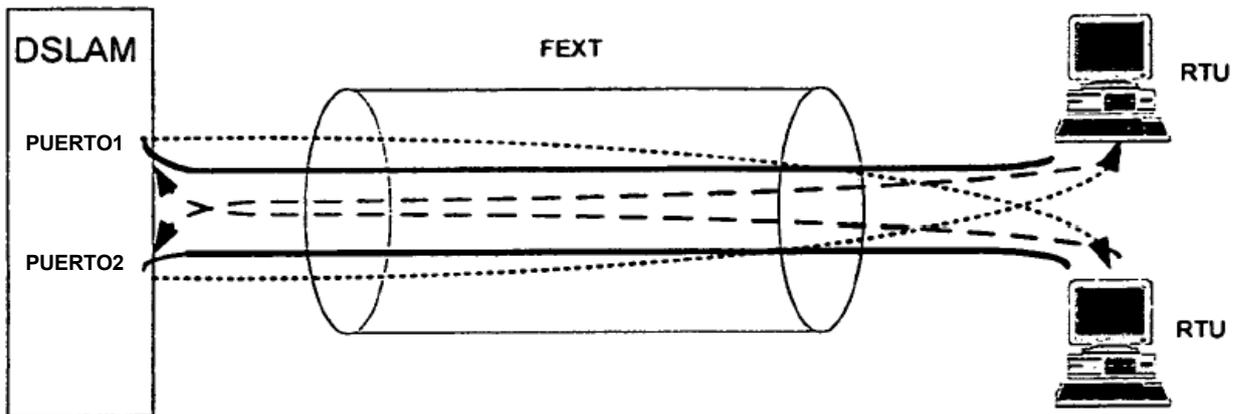


Figura 2

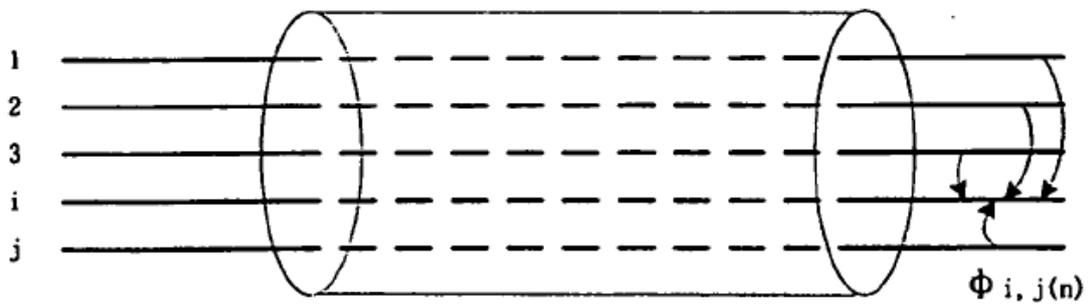


Figura 3

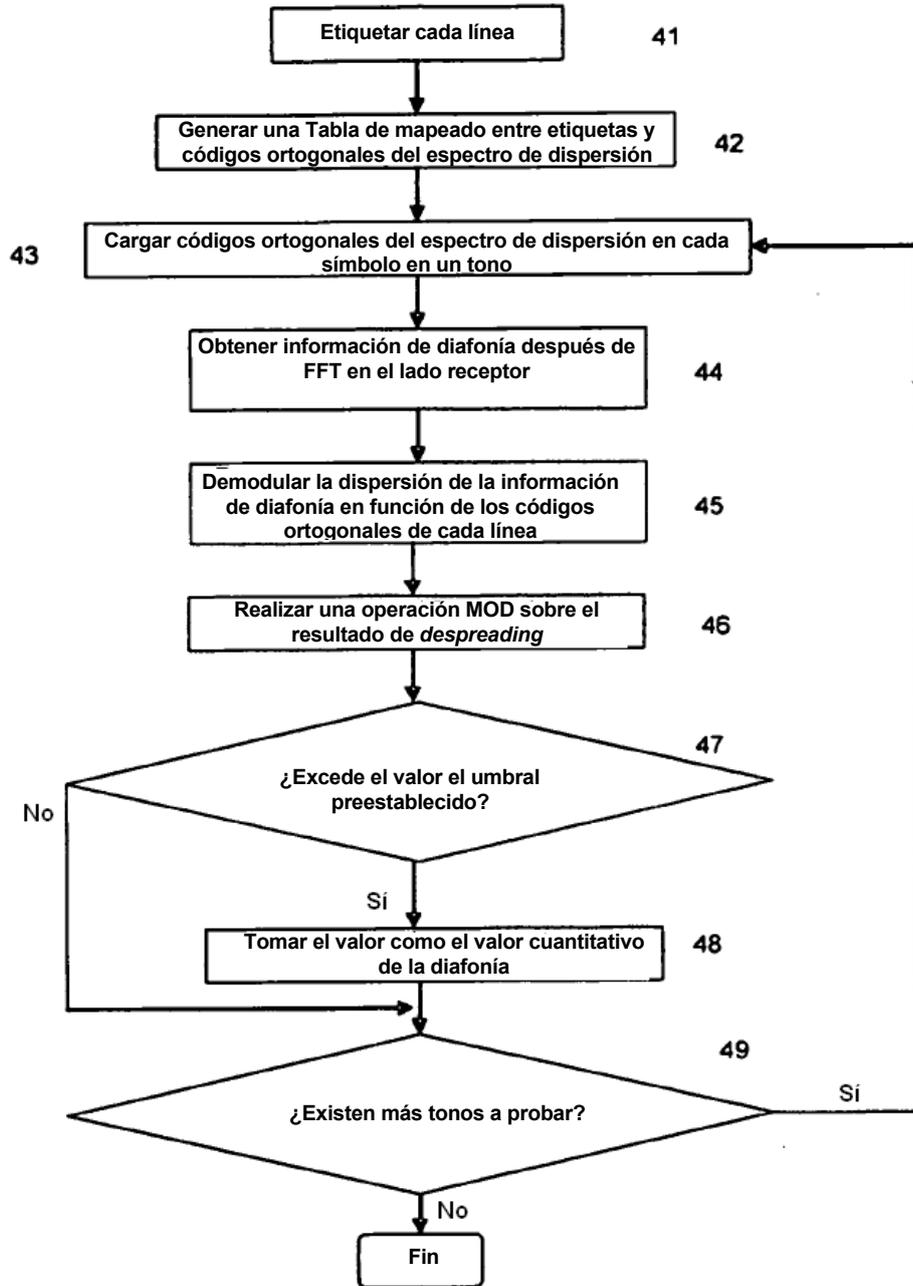


Figura 4

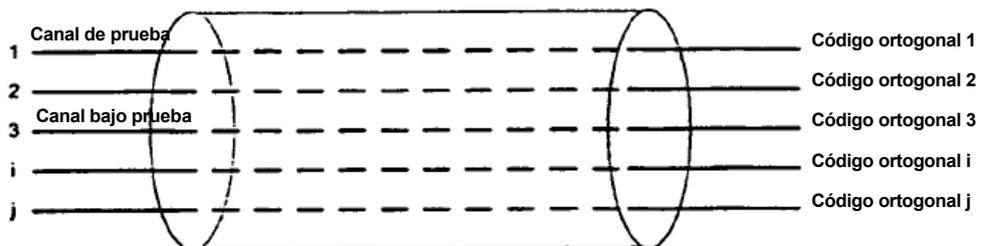


Figura 5

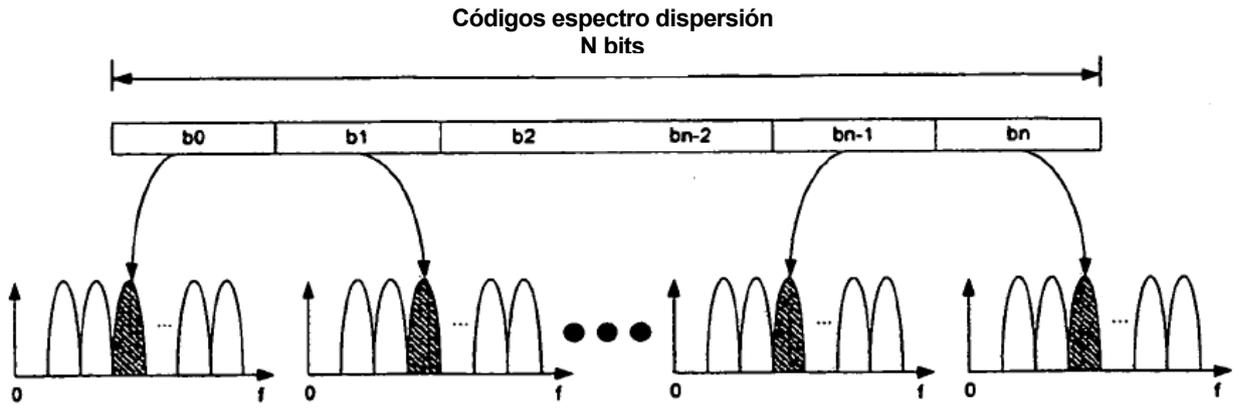


Figura 6

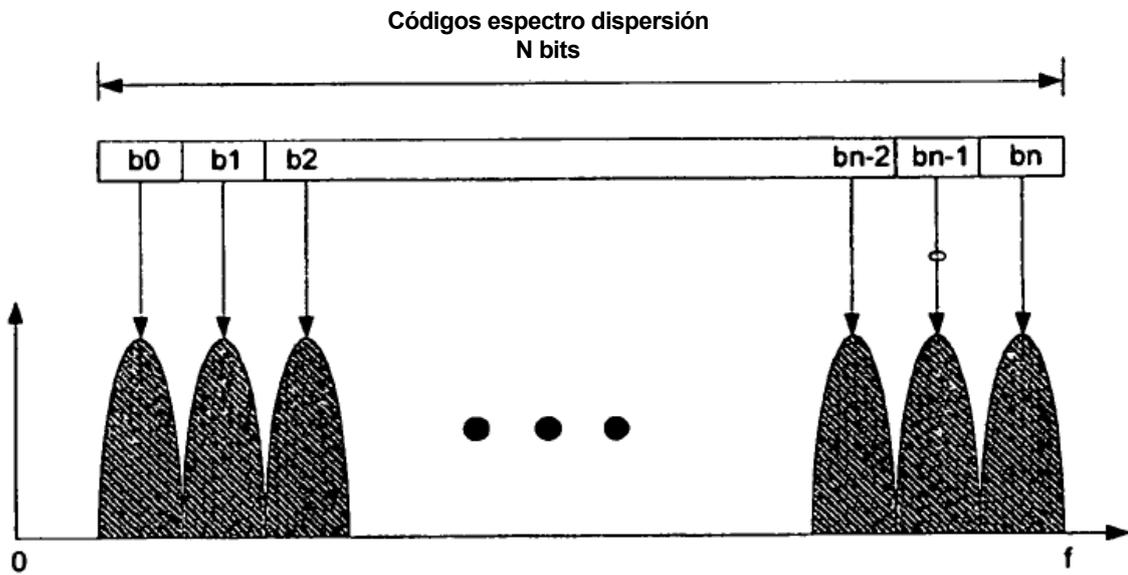


Figura 7

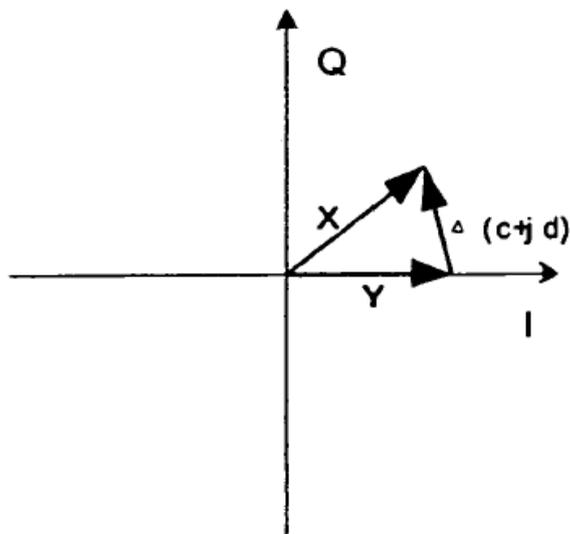


Figura 8

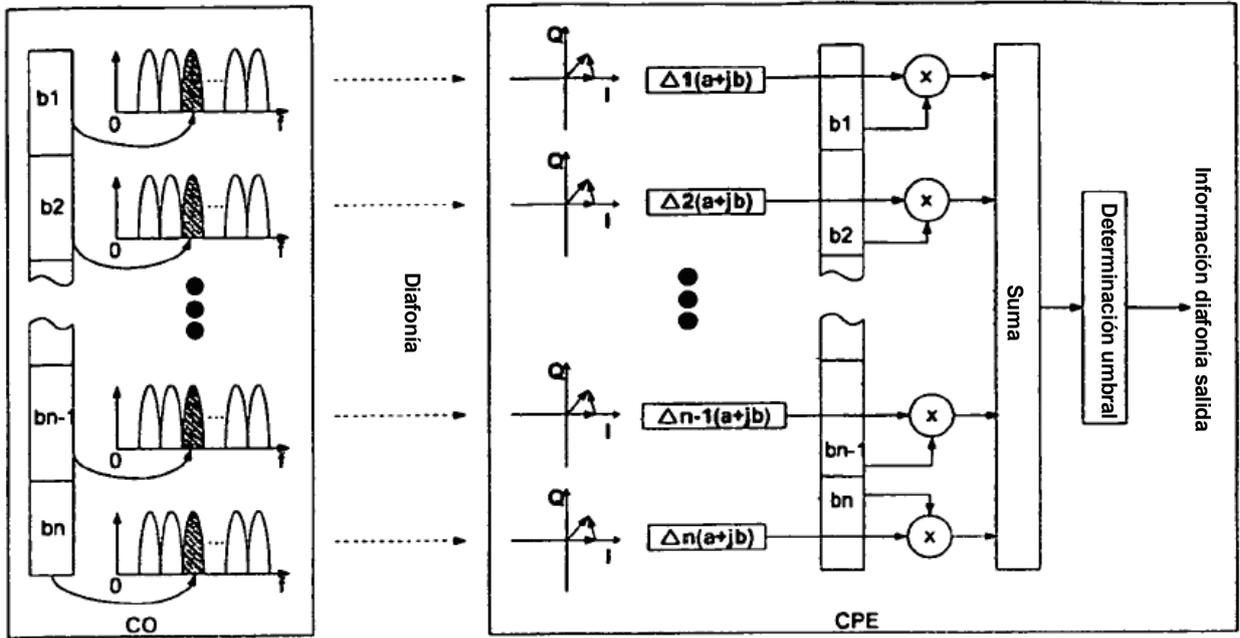


Figura 9

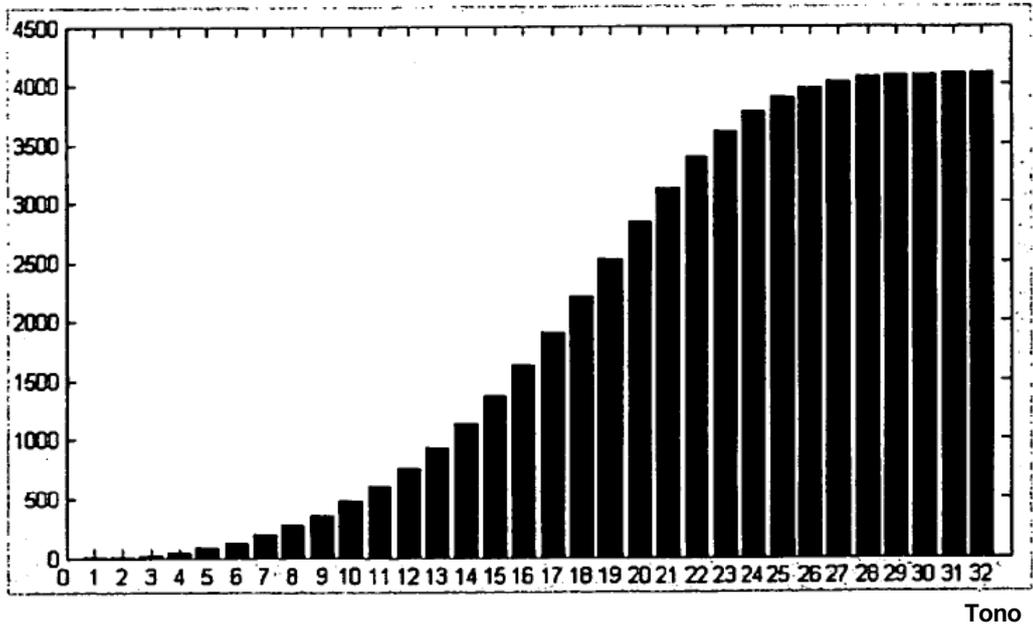


Figura 10

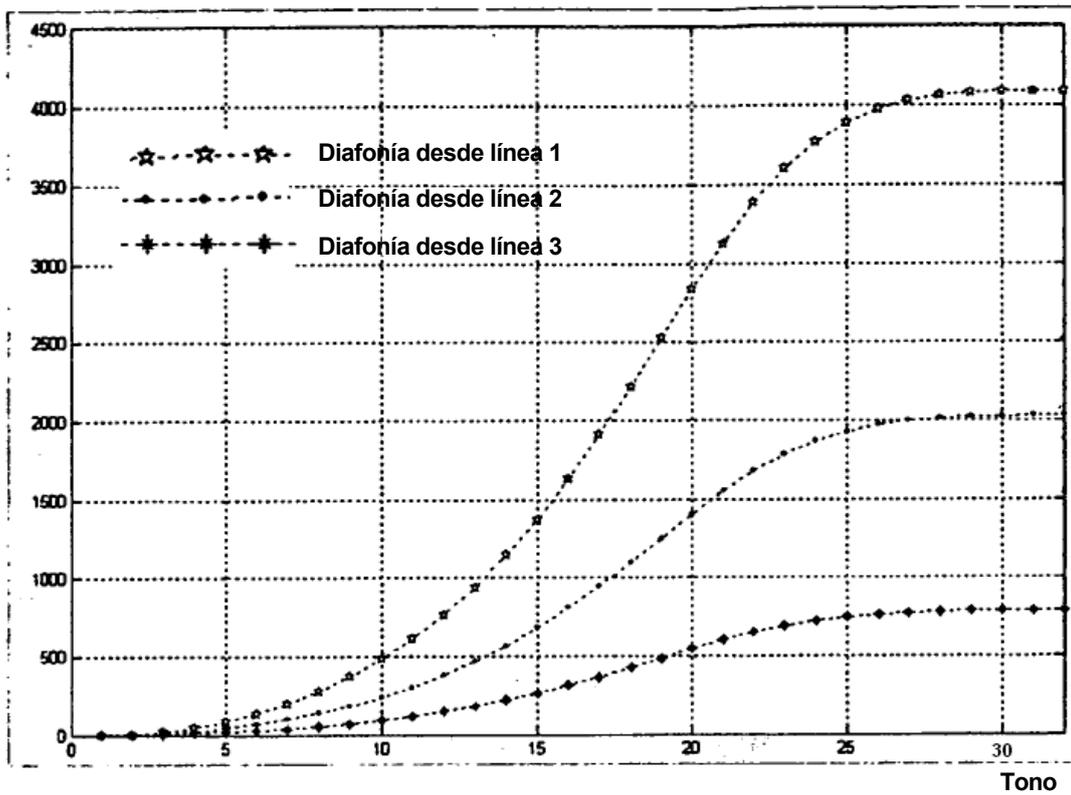


Figura 11

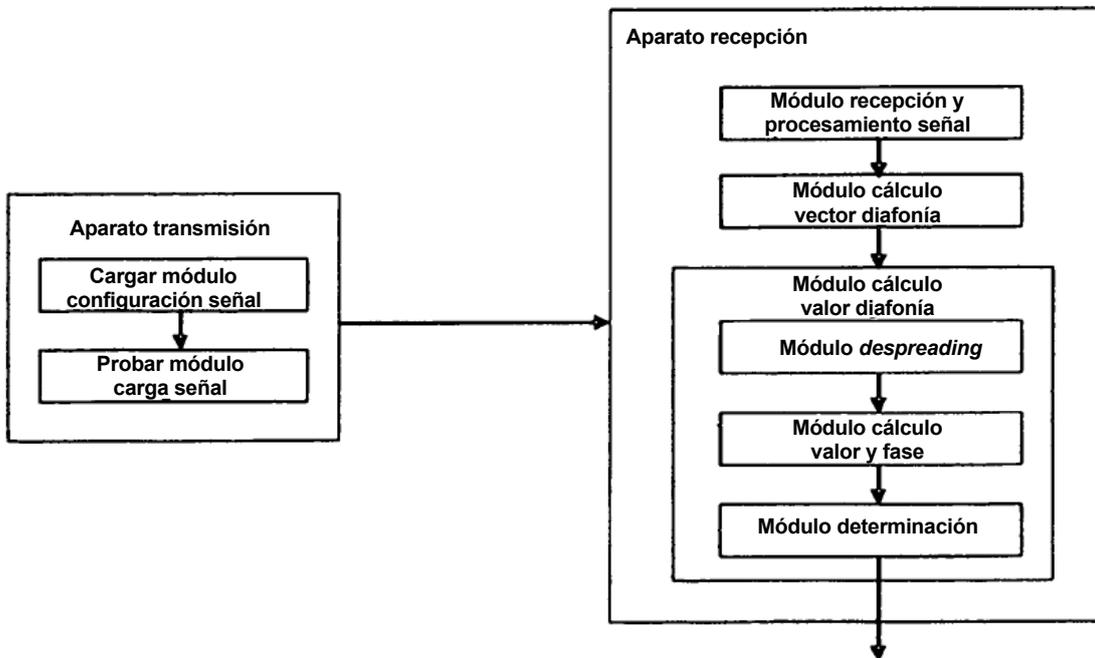


Figura 12