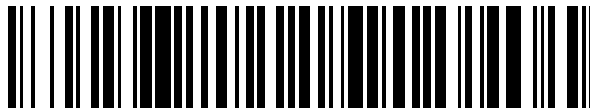


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 632 281**

51 Int. Cl.:

H04M 11/06 (2006.01)

H04B 3/46 (2015.01)

H04B 3/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.07.2014 E 14306090 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.04.2017 EP 2963904**

54 Título: **Operación de vectorización mejorada con desagrupación de bucle único**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.09.2017

73 Titular/es:

**ALCATEL LUCENT (100.0%)
148/152 route de la Reine
92100 Boulogne-Billancourt, FR**

72 Inventor/es:

**CATTEEUW, RUBEN;
YSEBAERT, GEERT y
HEYINCK, GEERT**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 632 281 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

Operación de vectorización mejorada con desagrupación de bucle único

Campo técnico de la invención

La presente invención se refiere a la mitigación de diafonía dentro de un sistema de comunicación alámbrico.

5 Antecedentes técnicos de la invención

La diafonía (o interferencia inter-canal) es una fuente principal de deterioro de canal para sistemas de comunicación alámbrica de Múltiple Entrada Múltiple Salida (MIMO), tales como sistemas de comunicación de Línea Digital de Abonado (DSL).

10 A medida que aumenta la demanda de velocidades de datos más altas, los sistemas de DSL están evolucionando hacia bandas de frecuencia más altas, en las que la diafonía entre líneas de transmisión vecinas (es decir líneas de transmisión que están en proximidad cercana a través de una parte o la totalidad de su longitud, tales como pares de cobre trenzado en un agrupamiento de cables) es más pronunciada (cuanto más alta es la frecuencia, mayor el acoplamiento).

15 Se han desarrollado diferentes estrategias para mitigar la diafonía y maximizar el caudal efectivo, alcance y estabilidad de línea. Estas técnicas están evolucionando gradualmente de técnicas de gestión espectral estática o dinámica a coordinación de señal de múltiples usuarios (vectorización en el presente documento más adelante).

20 Una técnica para reducir la interferencia inter-canal es la precodificación de señal conjunta: los símbolos de datos de transmisión se pasan conjuntamente a través de un precodificador antes de transmitirse a través de los respectivos canales de comunicación. El precodificador es de manera que la concatenación del precodificador y los canales de comunicación dan como resultado poca o ninguna interferencia inter-canal en los receptores.

Una técnica adicional para reducir la interferencia inter-canal es el post-procesamiento de señal conjunta: los símbolos de datos de recepción se pasan conjuntamente a través de un postcodificador antes de detectarse. El postcodificador es de manera que la concatenación de los canales de comunicación y el postcodificador dan como resultado poca o ninguna interferencia inter-canal en los receptores.

25 Más formalmente, un sistema vectorizado puede describirse mediante el siguiente modelo lineal:

$$\mathbf{Y}(k) = \mathbf{H}(k)\mathbf{X}(k) + \mathbf{Z}(k) \quad (1),$$

en el que el vector complejo de N componentes \mathbf{X} , respectivamente \mathbf{Y} , indica una representación de frecuencia discreta, como una función del índice de portadora k, de los símbolos transmitidos a través de, respectivamente recibidos desde, los N canales vectorizados,

30 en el que la matriz compleja de NxN \mathbf{H} se hace referencia como la matriz de canal: el componente de orden (n,m) H_{nm} de la matriz de canal \mathbf{H} describe cómo el sistema de comunicación produce una señal en la enésima salida de canal en respuesta a una señal que se transmite a la emésima entrada de canal; los elementos diagonales de la matriz de canal describen el acoplamiento de canal directo, y los elementos fuera de la diagonal de la matriz de canal (también denominados como los coeficientes de diafonía) describen el acoplamiento inter-canal,

35 y en el que n el vector complejo de N componentes \mathbf{Z} indica ruido aditivo a través de los N canales, tal como Interferencia de Frecuencia de radio (RFI) o ruido térmico.

La precodificación de señal lineal y el post-procesamiento se implementan ventajosamente por medio de productos matriciales.

40 Corriente abajo, el precodificador lineal realiza un producto matricial en el dominio de la frecuencia de un vector de transmisión $\mathbf{U}(k)$ con una matriz de precodificación $\mathbf{P}(k)$, es decir $\mathbf{X}(k)=\mathbf{P}(k)\mathbf{U}(k)$ en la ecuación (1), siendo la matriz de precodificación $\mathbf{P}(k)$ de manera que la matriz de canal global $\mathbf{H}(k)\mathbf{P}(k)$ está diagonalizada, lo que significa que los coeficientes fuera de la diagonal del canal global $\mathbf{H}(k)\mathbf{P}(k)$, y por lo tanto la interferencia inter-canal, se reducen a casi cero.

45 De manera práctica, y como una aproximación de primer orden, el precodificador superpone señales de precompensación de diafonía anti-fase a través de la línea víctima junto con la señal directa que interfiere de manera destructiva en el receptor con las señales de diafonía reales desde las respectivas líneas perturbadas.

50 Corriente arriba, el postcodificador lineal realiza un producto matricial en el dominio de la frecuencia del vector de recepción $\mathbf{Y}(k)$ con una matriz de cancelación de diafonía $\mathbf{Q}(k)$ para recuperar el vector de transmisión $\mathbf{U}(k)$ (después de ecualización de canal y normalización de potencia), siendo la matriz de cancelación de diafonía $\mathbf{Q}(k)$ de manera que la matriz de canal global $\mathbf{Q}(k)\mathbf{H}(k)$ está diagonalizada, lo que significa que los coeficientes fuera de la diagonal del canal global $\mathbf{Q}(k)\mathbf{H}(k)$, y por lo tanto la interferencia inter-canal, se reducen a casi a cero.

- 5 La vectorización de señal se realiza típicamente dentro de un nodo de acceso, en el que todos los símbolos de datos transmitidos de manera concurrente a través de, o recibidos desde, todas las líneas de abonado están disponibles. Por ejemplo, la vectorización de señal se realiza ventajosamente dentro de un Multiplexor de Acceso de Línea Digital de Abonado (DSLAM) desplegado en una Oficina Central (CO) o como una unidad remota alimentada por fibra más cerca de las instalaciones del abonado (armario en la calle, armario de poste, etc.). La precodificación de señal es particularmente apropiada para comunicación corriente abajo (hacia las instalaciones del cliente), mientras el post-procesamiento de señal es particularmente apropiado para comunicación corriente arriba (desde las instalaciones del cliente).
- 10 La elección del grupo de vectorización, es decir el conjunto de líneas de comunicación, las señales de las cuales se procesan conjuntamente, es bastante crítico para conseguir buenos rendimientos de mitigación de diafonía. Dentro de un grupo de vectorización, cada línea de comunicación se considera como una línea perturbadora que induce diafonía en las otras líneas de comunicación del grupo, y la misma línea de comunicación se considera como una línea víctima que recibe diafonía desde las otras líneas de comunicación del grupo. La diafonía desde líneas que no pertenecen al grupo de vectorización se trata como ruido externo y no se cancela.
- 15 De manera ideal, el grupo de vectorización debería coincidir con el conjunto total de líneas de comunicación que físicamente y de manera notable interactúan entre sí. Además, pueden evitarse restricciones legales o técnicas como un enfoque exhaustivo, caso en el que el grupo de vectorización incluiría un subconjunto únicamente de todas las líneas que interactúan físicamente, produciendo de esta manera ganancias de vectorización limitadas.
- 20 Por ejemplo, los reguladores en ciertos países requieren tener Desagrupación de Sub-Bucle (SLU), mediante la cual una nueva compañía proveedora de telecomunicaciones conocida como una Operadora de Intercambio Local en Condiciones de Competencia (CLEC) se le concede un acceso físico a la planta de cobre, y se le permite instalar su propio equipo de red junto al equipo de red de la Operadora de Intercambio Local Titular (ILEC). En este modelo desplegado, las líneas de diferentes operadores típicamente comparten el mismo cable o agrupamiento de cable. Como las líneas están conectadas a diferente equipo de red que no está coordinado, las ganancias de vectorización resultantes se reducen y pueden ser tan bajas como del 5 al 10 % dependiendo de los niveles de diafonía de los perturbadores "externos".
- 25 En algunos países, la SLU se ha omitido en el caso de lugar de despliegues de vectorización la ILEC o cualquier operador designado suministra un acceso a los flujos de bits de Capa 2 (L2) o de Capa 3 (L3) individuales del abonado en uno o más puntos de agregación central. Los otros operadores se conectan a los puntos de agregación y toman los flujos de bits relevantes desde sus respectivos abonados.
- 30 Una segunda opción podría ser posibilitar la vectorización "DSLAM cruzada" mientras se permite a los operadores usar sus propios suministradores de equipo. Aunque, esto podría ser factible desde un punto de vista teórico y técnico, significa que las interfaces de vectorización no normalizadas y los algoritmos necesitan acordarse entre competidores, lo que hace la solución prácticamente poco factible.
- 35 Los siguientes antecedentes de la técnica, que pueden considerarse como útiles para entender la presente invención y su relación a la técnica anterior, se reconocen adicionalmente y se analizan brevemente.
- 40 La solicitud PCT titulada "A communication Apparatus Having Dynamic spectrum Management capabilities", publicada el 16 de junio de 2011 con el número de publicación WO 2011/070564 A1, desvela un aparato de comunicación en una red de comunicación de acceso que comprende al menos dos motores de vectorización para manejar tráfico. Cada uno de los al menos dos motores de vectorización son operativos para recibir señales de datos asociadas con una pluralidad de respectivos módems de xDSL, realizar operaciones matemáticas en datos contenidos en dichas señales de datos recibidas y/o en datos contenidos en señales de datos que están a punto de transmitirse, y transportar señales a dichos respectivos módems de xDSL para posibilitar reducción sustancial de la diafonía entre transmisiones transportadas a/desde dichos respectivos módems de xDSL. El aparato de comunicación está caracterizado adicionalmente porque todos los motores de vectorización están localizados por separado de las tarjetas de línea de xDSL. Preferentemente, cada uno de los motores de vectorización está adaptado para realizar operaciones de Gestión de Espectro Dinámico asociadas con un grupo de binarios entre todos los binarios asignados a los módems de xDSL.
- 45 El informe técnico titulado "Methods for supporting vectoring when Multiple service Providers share the cabinet Area" de Colmegna y col, publicado por ASSIA y FASTWEB en abril de 2012, analiza el problema de vectorización en presencia de SLU. Y lo hace también el artículo técnico titulado "vectoring in DSL Systems: Practices and Challenges" de Mamoun Guenach y col, publicado durante la conferencia global de telecomunicación del IEEE en diciembre de 2011, y el artículo técnico titulado "Unbundling in optica7 Access Networks: Focus on Hybrid FibervDSL and TWDM-PON" de Gaudino y col, publicado durante la conferencia italiana Fotonica AEIT en fotónica en mayo de 2014.

Sumario de la invención

Es un objeto de la presente invención mejorar rendimientos de vectorización en el caso de SLU.

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, un procedimiento para gestionar recursos de transmisión usado para comunicar a través de una pluralidad de líneas de abonado mutuamente interferentes comprende asignar una gama de frecuencias común a través de la cual los primeros conjuntos de portadoras están configurados para comunicación a través de las respectivas de la pluralidad de líneas de abonado. La pluralidad de líneas de abonado se despachan entre una pluralidad de procesadores de vectorización autónomos configurados para mitigar la diafonía entre líneas de abonado acopladas a los mismos, organizando de esta manera la pluralidad de líneas de abonado en una pluralidad de distintos grupos de vectorización. El procedimiento comprende adicionalmente asignar una pluralidad de gamas de frecuencias disjuntas adicionales a los respectivos de la pluralidad de grupos de vectorización a través de los cuales los segundos conjuntos de portadoras están configurados para comunicaciones mejoradas a través de las respectivas de la pluralidad de líneas de abonado. Los segundos conjuntos de portadoras están configurados a través de las respectivas gamas de frecuencias disjuntas asignadas a los respectivos grupos de vectorización a los que pertenecen las respectivas líneas de abonado.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, un gestor de red para gestionar recursos de transmisión usados para comunicar a través de una pluralidad de líneas de abonado mutuamente interferentes está configurado para asignar una gama de frecuencias común a través de la cual los primeros conjuntos de portadoras están configurados para comunicación a través de las respectivas de la pluralidad de líneas de abonado. La pluralidad de líneas de abonado se despachan entre una pluralidad de procesadores de vectorización autónomos configurados para mitigar la diafonía entre líneas de abonado acopladas a los mismos, organizando de esta manera la pluralidad de líneas de abonado en una pluralidad de distintos grupos de vectorización. El gestor de red está configurado adicionalmente para asignar una pluralidad de gamas de frecuencias disjuntas adicionales a los respectivos de la pluralidad de grupos de vectorización a través de los cuales los segundos conjuntos de portadoras están configurados para comunicaciones mejoradas a través de las respectivas de la pluralidad de líneas de abonado. Los segundos conjuntos de portadoras están configurados a través de las respectivas gamas de frecuencias disjuntas asignadas a los respectivos grupos de vectorización a los que pertenecen las respectivas líneas de abonado.

De acuerdo con otro aspecto más de la invención, un transceptor está configurado para operar un canal de comunicación a través de una línea de abonado con un primer y segundo conjunto de portadoras configurados como para el procedimiento anterior.

Un transceptor de este tipo puede formar parte de un nodo de acceso que soporta comunicación alámbrica desde/a dispositivos de abonado a través de una planta de cobre, tal como un DSLAM, un conmutador de Ethernet, un encaminador de borde, etc., y desplegado en una CO o como una unidad remota alimentada por fibra más cerca de las instalaciones del abonado (armario en la calle, armario de poste, etc.).

Un transceptor de este tipo puede formar también parte de un dispositivo de abonado que soporta comunicación alámbrica a través de una línea de abonado, tal como un módem, una pasarela, un ordenador personal, etc.

En una realización de la invención, las gamas de frecuencias disjuntas se determinan basándose en un criterio de equidad entre la pluralidad de grupos de vectorización.

En una realización de la invención, el criterio de equidad tiene por objeto equilibrar tasas de bits conseguibles a través de las respectivas de la pluralidad de líneas de abonado.

En una realización de la invención, el criterio de equidad tiene por objeto garantizar una tasa de bits mínima conseguible a través de las respectivas de la pluralidad de líneas de abonado.

En una realización de la invención, las gamas de frecuencias disjuntas están situadas por encima de la gama de frecuencias común.

En una realización de la invención, las gamas de frecuencias disjuntas comprenden individualmente dos o más gamas de frecuencia no adyacentes.

En una realización de la invención, las gamas de frecuencias disjuntas se definen mediante enmascaramiento espectral disjunto de una gama de frecuencias común adicional.

En una realización de la invención, la mitigación de diafonía entre la pluralidad de líneas de abonado que pertenecen al mismo grupo de vectorización se restringe al segundo conjunto de portadoras.

En una realización de la invención, la pluralidad de líneas de abonado son líneas de Línea Digital de Abonado DSL.

Las realizaciones de un procedimiento de acuerdo con la invención corresponden con las realizaciones de un gestor de red de acuerdo con la invención y con las realizaciones de un transceptor de acuerdo con la invención.

La presente invención propone usar la técnica de Duplexación de División de Frecuencia (FDD) a través de una gama de frecuencias extendida basándose en la topología de vectorización, es decir la asociación entre las líneas de abonado y los respectivos grupos de vectorización. La gama de frecuencias extendida se divide en bandas de frecuencia no solapante, y cada banda de frecuencia disjunta (o un conjunto de la misma) se asigna a diferentes

grupos de vectorización controlados por diferentes operadores (y por lo tanto no coordinados entre sí). Por banda de frecuencia, únicamente las líneas de un operador están activas, permitiendo las ganancias de vectorización óptimas en esa banda.

5 La gama de frecuencias extendida se elige preferentemente por encima de una gama de frecuencias compartida que se usa para comunicación nominal. Por ejemplo, se puede usar la gama de frecuencias adicional que abarca de 17,6 a 30 o 34 MHz situada por encima del perfil VDSL2 17a.

Breve descripción de los dibujos

10 Los anteriores y otros objetos y características de la invención serán más evidentes y la misma invención se entenderá mejor haciendo referencia a la siguiente descripción de una realización tomada en conjunto con los dibujos adjuntos en los que:

- la figura 1 representa una vista general de una planta de acceso con SLU;
- la figura 2 representa esquemas de asignación de frecuencia como para la presente invención;
- la figura 3 representa detalles adicionales acerca de un nodo de acceso; y
- la figura 4 representa tasas de bits conseguibles con la presente invención para diversas longitudes de bucle.

Descripción detallada de la invención

15 Se observa en la figura 1 una planta de acceso 1 con SLU. La planta de acceso comprende dos nodos de acceso instalados y controlados por dos operadores diferentes. Típicamente, los dos nodos 20 de acceso comparten una localización común, tal como en una co, o están dentro de un armario compartido o co-localizado. Los nodos 20 de acceso están acoplados mediante una o más fibras ópticas a respectivas unidades 10 de red, y acoplados
20 adicionalmente mediante respectivas líneas 50 de abonado al Equipo de Instalaciones de Cliente (CPE) 30 en diversas instalaciones de abonado.

25 Las líneas 50 de abonado acopladas a los dos nodos 20 de acceso se agrupan todas juntas en un agrupamiento común o cable 40, y por lo tanto inducen diafonía entre sí, y a continuación recorren a través de los segmentos de bucle especializados para conexión final a las instalaciones del abonado. El medio de transmisión está compuesto típicamente de Pares Trenzados no apantallados (UTP) de cobre.

Los nodos 20 de acceso comprenden individualmente una o más unidades 21 de procesadores de vectorización (o VPU) para procesar conjuntamente los símbolos de datos que se han de transmitir a través de, o recibirse desde, las líneas 50 de abonado para mitigar la diafonía inducida dentro del segmento 40 de acceso común y para aumentar las velocidades de datos de comunicación conseguibles a través de las respectivas líneas 50 de abonado.

30 Además, las VPU 21 operan de manera autónoma unas de las otras y por lo tanto únicamente cancelan la diafonía entre sus propias respectivas líneas de abonado. La diafonía inducida por las líneas de abonado acopladas a otros nodos de acceso no se cancela y se trata como ruido externo. Por ejemplo, la diafonía inducida por las líneas 50₃ y 50₄ de abonado en las líneas 50₁ y 50₂ de abonado no se cancela por la VPU 21₁; en el lado opuesto, la diafonía inducida por las líneas 50₁ y 50₂ de abonado en las líneas 50₃ y 50₄ de abonado no se cancela por la VPU 21₂. Las
35 líneas 50 de abonado se organizan por lo tanto en dos grupos G1 y G2 distintos de vectorización. En consecuencia, las ganancias de vectorización están limitadas y difícilmente superan del 5 al 10 %.

Se observa en la figura 2 varios esquemas de asignación de frecuencia como para la presente invención que tiene por objeto mejorar el rendimiento de vectorización en caso de SLU.

40 Como una realización ilustrativa, todas las líneas de abonado son líneas VDSL2 operadas inicialmente con una gama 60 de frecuencias nominal que abarca de 25 kHz o 138 kHz hasta 17,6 MHz y que corresponde al perfil de VDSL2 17a. La gama 60 de frecuencias nominal se extiende a continuación con una gama 70 de frecuencias (o VPLUS) que abarca de 17,6 MHz hasta 30 o 34 MHz. Las gamas 60 y 70 de frecuencias incluyen las sub-bandas de frecuencia asignadas a las respectivas direcciones corriente arriba y corriente abajo (no mostradas).

45 Aunque la gama 60 de frecuencias se comparte entre diversos operadores, realizando la operación de vectorización en esa banda sub-óptima como se ha mencionado anteriormente, la gama 70 de frecuencias extendida se divide en bandas de frecuencia disjuntas asignadas individualmente a los respectivos operadores (véanse las bandas 71 a 78 de frecuencia en la figura 2), y por encima de los respectivos grupos de vectorización gestionados por estos operadores. De esta manera, la operación de vectorización a través de la gama 70 de frecuencias extendida es óptima ya que únicamente las líneas de un operador se esperan transmitir en cualquier frecuencia de portadora
50 dada.

Las bandas de frecuencia no solapante se definen mediante respectivas frecuencias de división (véanse las frecuencias f1 a f8 en la figura 2). El número de frecuencias de división depende del número de operadores que necesita ser servido así como en el esquema de asignación de frecuencia que se use.

Las frecuencias de división pueden predeterminarse (por ejemplo, definición por todo el país mediante el regulador nacional); o pueden configurarse unas frecuencias de división diferentes por localización de armario.

5 Las frecuencias de división no dividen necesariamente la gama 70 de frecuencias extendida en gamas de igual longitud, sino en su lugar pueden ajustarse mediante una herramienta de software externo para hacer el mejor compromiso entre todos los operadores presentes en el agrupamiento. Por ejemplo, las frecuencias de división pueden determinarse para proporcionar igual equidad hacia todos los operadores para tantas longitudes de bucle como sean posible, o como alternativa pueden proporcionar igual equidad para conseguir una tasa de bits garantizada mínima hacia todos los operadores (por ejemplo, todos los operadores deberían poder conseguir 70 Mbps hasta una longitud de bucle máxima dada).

10 Cabe destacar que intercalar las respectivas bandas de frecuencia asignadas a los respectivos operadores, tal como se representa en la representación inferior de la figura 2 (esquema de variante con 3 operadores), mejora la equidad entre los operadores.

15 Se observa en la figura 3 mayores detalles acerca de un acceso 100 y los CPE 200 configurados para operar como para la presente invención. El nodo 100 de acceso está acoplado a N CPE 200₁ a 200_N a través de N respectivas líneas de abonado L_1 a L_N , que se supone que forman parte de un grupo de vectorización dado.

El nodo 100 de acceso comprende:

- N transceptores 110₁ a 110_N;
- una VPU 120;
- una unidad 130 de control de vectorización (o VCU) para controlar la operación de la VPU 120; y
- 20 - un controlador 140 de comunicación (o CTRL).

Los CPE 200 comprenden individualmente un transceptor 210.

25 Los transceptores 110 están acoplados individualmente a la VPU 120, a la VCU 130, al controlador 140 de comunicación y a los transceptores 210 remotos mediante las líneas de abonado L_1 a L_N . La VCU 130 está acoplada adicionalmente a la VPU 120. El controlador 140 de comunicación está acoplado adicionalmente a una red 320 de comunicación de datos a un gestor 310 de red (o NM).

El controlador 140 de comunicación configura los parámetros de comunicación usados por los transceptores 110 y 210 a través de las líneas de abonado L_1 a L_N . El controlador 140 de comunicación opera bajo el control administrativo del gestor 310 de red.

30 Más específicamente, el gestor 310 de red determina las gamas de frecuencia que deberán usarse para comunicar a través de las líneas de abonado L_1 a L_N . El gestor 310 de red determina una primera gama de frecuencias nominal que se usará por todos los operadores y que corresponde por ejemplo a la gama de frecuencias de VDSL2 17a que abarca desde 138 KHz hasta 17,6 MHz, y una segunda gama de frecuencias extendida para uso especializado por un operador únicamente. La segunda gama de frecuencias es un subconjunto de la gama 70 de frecuencias extendida que abarca desde 17,6 MHz hasta 30 o 34 MHz.

35 El gestor 310 de red puede adaptar la segunda gama de frecuencias basándose en mediciones de canal realizadas a través de las líneas de abonado L_1 a L_N por los transceptores 110 y 210 para ajustarse mejor a un despliegue de red particular. Las mediciones de canal pueden hacer referencia por ejemplo a mediciones de Relación de Señal a Ruido (SNR), mediciones de pérdida de trayectoria o mediciones de longitud de bucle.

40 La primera y segunda gamas de frecuencia se definen por medio de una máscara de operadora CARMASK. CARMASK es un parámetro de Base de Información de Gestión (MIB) cuyo valor se controla por el gestor 310 de red (véase $\{CARMASK_n\}_{n=1..N}$ en la figura 3). El parámetro CARMASK comprende una lista de gamas de frecuencias permisibles, cada una definida como un índice de frecuencia de inicio seguido por un índice de frecuencia final. No se permite transmisión fuera de estas gamas, lo que significa que la ganancia de las portadoras cuyo índice está fuera de estas gamas se establece a cero. Las ganancias de las portadoras restantes se establecen de acuerdo con una máscara de Densidad Espectral de Potencia (PSD) predeterminada aplicable a un despliegue de red particular.

45 Un enmascaramiento espectral de este tipo permite que diferentes operadores usen bandas de frecuencia no solapante definidas a partir de una banda de frecuencia extendida común.

50 El controlador 140 de comunicación pasa parámetros de CARMASK a los respectivos transceptores 110. Los transceptores 110 configuran el conjunto de portadoras soportadas en las direcciones corriente abajo y corriente arriba desde el plano de banda, que define las respectivas bandas de comunicación corriente abajo y corriente arriba para un perfil de transmisión dado, teniendo en cuenta debidamente las restricciones impuestas por el parámetro CARMASK. La portadora corriente arriba establecida se comunica a continuación al transceptor 210 remoto durante la inicialización (véase $\{SUPPORTEDCARS_n\}_{n=1..N}$ en la figura 3).

Los transceptores 110 y 210 comprenden respectivamente:

- un Procesador de Señales Digitales (DSP) 111; y
- un Extremo Frontal Analógico (AFE) 112.

5 Los AFE 112 y 212 comprenden individualmente un Convertidor de Digital a Analógico (DAC) y un Convertidor de Digital a Analógico (ADC), un controlador de línea para amplificar la señal de transmisión y para controlar la línea de transmisión, y un Amplificador de Ruido Bajo (LNA) para amplificar la señal de recepción con tan poco ruido como sea posible.

10 Los AFE 112 y 212 comprenden adicionalmente un filtro de transmisión y un filtro de recepción para confinar la energía de señal dentro de las bandas de frecuencia de comunicación apropiadas mientras se rechaza la interferencia fuera de banda. Los filtros de transmisión y recepción están diseñados de acuerdo con una gama de frecuencias predeterminada que comprende tanto la gama de frecuencias compartida como extendida a través de la cual se espera que operen los transceptores 110 y 210.

15 En el caso de operación de Duplexación por División de Frecuencia (FDD) donde las comunicaciones corriente arriba y corriente abajo operan simultáneamente a través del mismo medio de transmisión en distintas bandas de frecuencia y no solapantes, los AFE 112 y 212 comprenden adicionalmente un híbrido para acoplar la salida del transmisor al medio de transmisión y el medio de transmisión a la entrada del receptor mientras se consigue baja relación de acoplamiento de transmisor-receptor. El AFE puede acomodar adicionalmente filtros de cancelación de eco para reducir la relación de acoplamiento en una mayor extensión.

20 En caso de operación de División por Duplexación de Tiempo (TDD) donde las comunicaciones corriente abajo y corriente arriba operan a través de la misma banda de frecuencia pero en distintos intervalos de tiempo y no solapantes, el híbrido puede omitirse ventajosamente ya que el transmisor y el receptor operan en modo alterno: la circuitería de recepción está DESCONECTADA (o la señal de recepción se descarta) mientras la circuitería de transmisión está activa, y a la inversa, la circuitería de transmisión está DESCONECTADA mientras la circuitería de recepción está activa.

25 Los AFE 112 y 212 comprenden adicionalmente circuitería de adaptación de impedancia para adaptar a la impedancia característica de la línea de transmisión, la circuitería de recorte para recortar cualquier fuente de tensión o corriente que tiene lugar a través de la línea de transmisión, y circuitería de aislamiento (por ejemplo, un transformador) para aislar en CC el transceptor de la línea de transmisión.

Los DSP 111 y 211 están configurados para operar canales de comunicación corriente abajo y corriente arriba para transportar tráfico de usuario a través de las respectivas líneas de transmisión.

30 Los DSP 111 y 211 están configurados adicionalmente para operar canales de control corriente abajo y corriente arriba que se usan para transportar tráfico de control, tal como comandos y respuestas de diagnóstico o gestión. El tráfico de control está multiplexado con tráfico de usuario a través del medio de transmisión.

Más específicamente, los DSP 111 y 211 son para codificar y modular datos de usuario y de control en símbolos de datos digitales, y para demodular y decodificar datos de usuario y de control a partir de símbolos de datos digitales.

35 Las siguientes etapas de transmisión se realizan típicamente dentro de los DSP 111 y 211:

- codificación de datos, tal como multiplexación de datos, alineación de tramas, aleatorización, codificación de corrección de errores e intercalación;
- modulación de señal, que comprende las etapas de ordenar las portadoras de acuerdo con una tabla de ordenación de portadora, analizar el flujo de bits codificado de acuerdo con las cargas de bits de las portadoras ordenadas, y mapear cada porción de bits en un punto de constelación de transmisión apropiado (con respectiva amplitud y fase de portadora), posiblemente con codificación Trellis;
- cambio de escala de señal;
- Transformada Rápida de Fourier Inversa (IFFT);
- Inserción de Prefijo cíclico (CP); y posiblemente
- 45 - generación de ventanas de tiempo.

Las siguientes etapas de recepción se realizan típicamente dentro de los DSP 111 y 211:

- retirada de CP, y posiblemente generación de ventanas de tiempo;
- Transformada Rápida de Fourier (FFT);
- Ecuación de Frecuencia (FEQ);
- 50 - demodulación y detección de señal, que comprende las etapas de aplicar a cada y todas las muestras de frecuencia ecualizadas una cuadrícula de constelación apropiada, el patrón de la cual depende de la carga de bits de portadora respectiva, detectar el punto de constelación de transmisión esperado y la correspondiente secuencia de bits de transmisión, posiblemente con decodificación Trellis, y reordenar todas las porciones de bits detectadas de acuerdo con la tabla de ordenación de portadora; y
- 55 - decodificación de datos, tal como desintercalación de datos, corrección de errores, desaleatorización, desalineación de tramas y demultiplexación.

Algunas de estas etapas de transmisión o recepción pueden omitirse, o algunas etapas adicionales pueden estar presentes, dependiendo de la tecnología de comunicación digital exacta que se esté usando.

5 Los DSP 111 están configurados adicionalmente para suministrar muestras de frecuencia de transmisión a la VPU 120 antes de la etapa de Transformada Rápida de Fourier inversa (IFFT) para precodificación de señal conjunta, y para suministrar muestras de frecuencia de recepción a la VPU 120 después de la etapa de Transformada Rápida de Fourier (FFT) para post-procesamiento de señal conjunta.

Los DSP 111 están configurados adicionalmente para recibir muestras de frecuencia corregidas desde la VPU 120 para transmisión o detección adicional. Como alternativa, los DSP 111 pueden recibir muestras de corrección para añadir a las muestras de frecuencia inicial antes de la transmisión o detección adicional.

10 La VPU 120 está configurada para mitigar la diafonía inducida a través de las líneas de transmisión. Esto se consigue multiplicando un vector de muestras de frecuencia de transmisión \mathbf{U} por una matriz de precodificación \mathbf{P} para pre-compensar una estimación de la diafonía esperada (corriente abajo), o multiplicando un vector de muestras de frecuencia de recepción \mathbf{Y} por una matriz de cancelación de diafonía \mathbf{Q} para post-compensar una estimación de la diafonía sufrida (corriente arriba).

15 En la matriz \mathbf{P} o \mathbf{Q} , una fila n representa una línea víctima particular L_n , mientras que una columna m representa una línea perturbadora particular L_m . En la intersección, el coeficiente de acoplamiento que debería aplicarse a la muestra de frecuencia de transmisión o recepción perturbadora correspondiente para mitigar a través de la línea víctima L_n , la diafonía desde la línea perturbadora L_m .

20 Únicamente las líneas conectadas al nodo 100 de acceso aparecen en la matriz de precodificación \mathbf{P} o en la matriz de cancelación de diafonía \mathbf{Q} . Las líneas conectadas a otro nodo de acceso y que comparten un agrupamiento común con las líneas L_1 a L_N no se han de manejar por la VPU 120, y por lo tanto su interferencia no se mitiga.

Se ha de indicar adicionalmente que la VPU 120 puede realizar vectorización tanto en las gamas de frecuencias nominal como extendida con ganancias de vectorización parcial y completa respectivamente, o pueden centrar los recursos de vectorización en la gama de frecuencias extendida únicamente.

25 La VCU 130 es básicamente para controlar la operación de la VPU 120, y más específicamente para estimar y rastrear los coeficientes de diafonía entre las líneas de transmisión del grupo de vectorización, y para inicializar y actualizar los coeficientes de la matriz de precodificación \mathbf{P} y de la matriz de cancelación de diafonía \mathbf{Q} a partir de los coeficientes de diafonía estimados de esta manera.

30 La VCU 130 empieza en primer lugar configurado las respectivas secuencias piloto corriente abajo para uso mediante los transceptores 110 para estimación de diafonía corriente abajo, y las secuencias piloto corriente arriba para uso mediante los transceptores 210 para estimación de diafonía corriente arriba. Las secuencias piloto asignadas de manera activa a las líneas de abonado L_1 a L_N se indican como $\{V_{nt}\}_{n=1..N,t=0..T-1}$, y se eligen a partir de un conjunto de secuencias piloto mutuamente ortogonales. La longitud de las secuencias piloto se indica como T , y es típicamente mayor que el número N de líneas de abonado.

35 La VCU 130 recopila respectivos errores del recortador $\{E_{nt}\}_{n=1..N,t=0..T-1}$ según se miden durante la detección de los dígitos piloto mediante los transceptores 210 remotos para comunicación corriente abajo, y mediante los transceptores 110 locales para comunicación corriente arriba (véase $\{E_{nt}\}_{n=1..N,t=0..T-1, k=DS}$ y $\{E_{nt}\}_{n=1..N,t=0..T-1, k=US}$ en la figura 3, en la que $K=DS$ y $K=US$ indican el conjunto de portadoras piloto corriente abajo y corriente arriba respectivamente).

40 La VCU 130 correlaciona una secuencia de T muestras de error sucesivas $\{E_{nt}\}_{t=0..T-1}$ en una línea víctima dada L_n con la secuencia piloto $\{V_{mt}\}_{t=0..T-1}$ transmitida a través de una línea perturbadora respectiva L_m para estimar los coeficientes de diafonía nominal o residual desde la línea perturbadora L_m en la línea víctima L_n (después de alguna normalización de potencia).

45 La VCU 130 a continuación determina los coeficientes de la matriz de precodificación \mathbf{P} y de la matriz de cancelación de diafonía \mathbf{Q} desde los coeficientes de diafonía estimados de esta manera por medio de técnicas tales como inversión de matriz (inversión de primer o segundo orden, inversión total), actualizaciones de matriz aditiva o multiplicativa, etc.

50 Se observa en la figura 4 una representación con las tasas de bits corriente abajo esperadas representadas frente a la longitud de bucle aplicable. Las longitudes de bucle que corresponden al 25 centil y 50 centil de distribución (lo que significa que se espera que el 25 % y el 50 % del número total de abonados tengan una longitud de bucle menor que o igual a los valores mencionados) se han representado como dos líneas verticales.

La curva 401 corresponde al uso de la gama de frecuencias de VDSL 17a nominal únicamente, suponiendo un total de 48 líneas mutuamente interferentes organizadas en dos distintos grupos de vectorización de 24 líneas de abonado operadas por dos operadores distintos Op. 1 y Op. 2.

5 La curva 402 y 403 corresponde al uso de tanto la gama de frecuencias de VDSL 17a junto con una gama de frecuencias extendida VPLUS que abarca de 17,6 MHz hasta 30 MHz. La gama de frecuencias VPLUS se divide en dos bandas de frecuencia iguales asignadas al primer y segundo operadores. La primera banda de frecuencia abarca desde 17,6 MHz hasta 24 MHz y se asigna al operador Op. 1; la segunda banda de frecuencia abarca desde 24 MHz hasta 30 MHz y se asigna al segundo operador Op. 2.

10 Como puede observarse, casi el 60 % de todos los abonados pueden conseguir 100 Mbps como tasa de bits garantizada mínima. También, las tasas de bits conseguibles por el primer operador Op. 1 (curva 402) son más altas que las tasas de bits conseguibles por el segundo operador Op. 2 (curva 403) ya que el primer operador Op. 1 usa una banda de frecuencia inferior que sufre una pérdida de trayectoria inferior. Por lo tanto, se puede mover el punto de división de 24 MHz hacia abajo para tener más equidad entre los operadores Op. 1 y Op. 2 y conseguir las curvas 402 y 403 más cerca entre sí.

15 Se ha de indicar que el término 'que comprende' no debería interpretarse como que está restringido a los medios listados posteriormente. Por lo tanto, el alcance de la expresión 'un dispositivo que comprende medios A y B' no debería estar limitada a dispositivos que consisten únicamente de componentes A y B. Significa que con respecto a la presente invención, los componentes relevantes del dispositivo son A y B.

20 Debería observarse adicionalmente que el término 'acoplado' no debería interpretarse como que está restringido para dirigir conexiones únicamente. Por lo tanto, el alcance de la expresión 'un dispositivo A acoplado a un dispositivo B' no debería estar limitado a dispositivos o sistemas en los que una salida del dispositivo A está directamente conectada a una entrada del dispositivo B, y/o viceversa. Significa que existe una trayectoria entre una salida de A y una entrada de B, y/o vice-versa, que puede ser una trayectoria que incluye otros dispositivos o medios.

25 La descripción y dibujos ilustran meramente los principios de la invención. Se apreciará por lo tanto que los expertos en la materia podrán idear diversas disposiciones que, aunque no se describen o muestran explícitamente en el presente documento, incorporan los principios de la invención. Adicionalmente, todos los ejemplos indicados en el presente documento se pretenden principalmente expresamente para que sean para fines pedagógicos únicamente para ayudar al lector a entender los principios de la invención y los conceptos contribuidos mediante el inventor o los inventores a profundizar la técnica, y se han de interpretar como que son sin limitación a tales ejemplos y condiciones específicamente indicados. Además, todas las sentencias en el presente documento indicando principios, aspectos y realizaciones de la invención, así como ejemplos específicos de la misma, se pretende que abarquen equivalentes de la misma.

35 Las funciones de los diversos elementos mostrados en las figuras pueden proporcionarse a través del uso de hardware especializado así como hardware que pueda ejecutar software en asociación con software apropiado. Cuando se proporciona mediante un procesador, las funciones pueden proporcionarse mediante un único procesador especializado, mediante un único procesador compartido, o mediante una pluralidad de procesadores individuales, algunos de los cuales pueden compartirse. Además, un procesador no debería interpretarse que hace referencia exclusivamente a hardware que puede ejecutar software, y puede incluir implícitamente, sin limitación, hardware de procesador de señales digitales (DSP), procesador de red, circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), campo de matriz de puertas programables (FPGA), etc. Puede incluirse también otro hardware, convencional y/o personalizado, tal como memoria de solo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio (RAM), y almacenamiento no volátil.

REIVINDICACIONES

1. **Un procedimiento** de gestión de recursos de transmisión usados para comunicar a través de **una pluralidad de líneas (50) de abonado mutuamente interferentes**, y que comprende asignar **una gama (60) de frecuencia común** a través de la cual los **primeros conjuntos de portadoras** están configurados para comunicación a través de las respectivas de la pluralidad de líneas de abonado, *en el que* la pluralidad de líneas de abonado se despachan entre **una pluralidad de procesadores (21) de vectorización autónomos** configurados para mitigar la diafonía entre líneas de abonado acopladas a los mismos, organizando de esta manera la pluralidad de líneas de abonado en **una pluralidad de distintos grupos (G1, G2) de vectorización**,
 5 *y en el que* el procedimiento comprende adicionalmente asignar **una pluralidad de gamas (71, 72) de frecuencia disjuntas adicionales** a los respectivos de la pluralidad de grupos de vectorización a través de los cuales los **segundos conjuntos de portadoras** están configurados para comunicación mejorada a través de las respectivas de la pluralidad de líneas de abonado, estando configurados los segundos conjuntos de portadoras a través de las respectivas gamas de frecuencia disjuntas asignadas a los respectivos grupos de vectorización a los que pertenecen las respectivas líneas de abonado.
 10
 15
2. **Un procedimiento** de acuerdo con la reivindicación 1, *en el que* las gamas de frecuencia disjuntas se determinan basándose en **un criterio de equidad** entre la pluralidad de grupos de vectorización.
3. **Un procedimiento** de acuerdo con la reivindicación 2, *en el que* el criterio de equidad tiene por objeto equilibrar **tasas de bits** conseguibles a través de las respectivas de la pluralidad de líneas de abonado.
- 20 4. **Un procedimiento** de acuerdo con la reivindicación 2, *en el que* el criterio de equidad tiene por objeto garantizar **una tasa de bits mínima** conseguible a través de las respectivas de la pluralidad de líneas de abonado.
5. **Un procedimiento** de acuerdo con la reivindicación 1, *en el que* las gamas de frecuencia disjuntas están situadas por encima de la gama de frecuencia común.
- 25 6. **Un procedimiento** de acuerdo con la reivindicación 1, *en el que* las gamas de frecuencia disjuntas comprenden individualmente **dos o más gamas de frecuencia no adyacentes**.
7. **Un procedimiento** de acuerdo con la reivindicación 1, *en el que* las gamas de frecuencia disjuntas se definen mediante enmascaramiento espectral disjunto de **una gama (70) de frecuencia común adicional**.
8. **Un procedimiento** de acuerdo con la reivindicación 1, *en el que* la mitigación de diafonía entre la pluralidad de líneas de abonado que pertenecen al mismo grupo de vectorización se restringe al segundo conjunto de portadoras.
- 30 9. **Un procedimiento** de acuerdo con la reivindicación 1, *en el que* la pluralidad de líneas de abonado son líneas de Línea Digital de Abonado DSL.
10. **Un transceptor** (110, 210) configurado para operar **un canal de comunicación** a través de **una línea de abonado (L_i)** con **un primer y un segundo conjunto de portadoras** configurados como para **un procedimiento** de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.
- 35 11. **Un nodo** (100) **de acceso** que comprende **un transceptor** (110) de acuerdo con la reivindicación 10.
12. **Un equipo** (200) **de abonado** que comprende **un transceptor** (210) de acuerdo con la reivindicación 10.
13. **Un gestor** (310) **de red** para gestionar recursos de transmisión usado para comunicar a través de **una pluralidad de líneas (50) de abonado mutuamente interferentes**, y configurado para asignar una **gama (60) de frecuencia común** a través del cual los **primeros conjuntos de portadoras** están configurados para comunicación a través de las respectivas de la pluralidad de líneas de abonado, *en el que* la pluralidad de líneas de abonado se despachan entre **una pluralidad de procesadores (21) de vectorización autónomos** configurados para mitigar la diafonía entre líneas de abonado acopladas a los mismos, organizando de esta manera la pluralidad de líneas de abonado en **una pluralidad de distintos grupos (G1, G2) de vectorización**,
 40 *y en el que* el gestor de red está configurado adicionalmente para asignar **una pluralidad de gamas (71, 72) de frecuencia disjuntas adicionales** a los respectivos de la pluralidad de grupos de vectorización a través de los cuales los **segundos conjuntos de portadoras** están configurados para comunicación mejorada a través de las respectivas de la pluralidad de líneas de abonado, estando configurados los segundos conjuntos de portadoras a través de las respectivas gamas de frecuencia disjuntas asignadas a los respectivos grupos de vectorización a los que pertenecen las respectivas líneas de abonado.
 45
 50

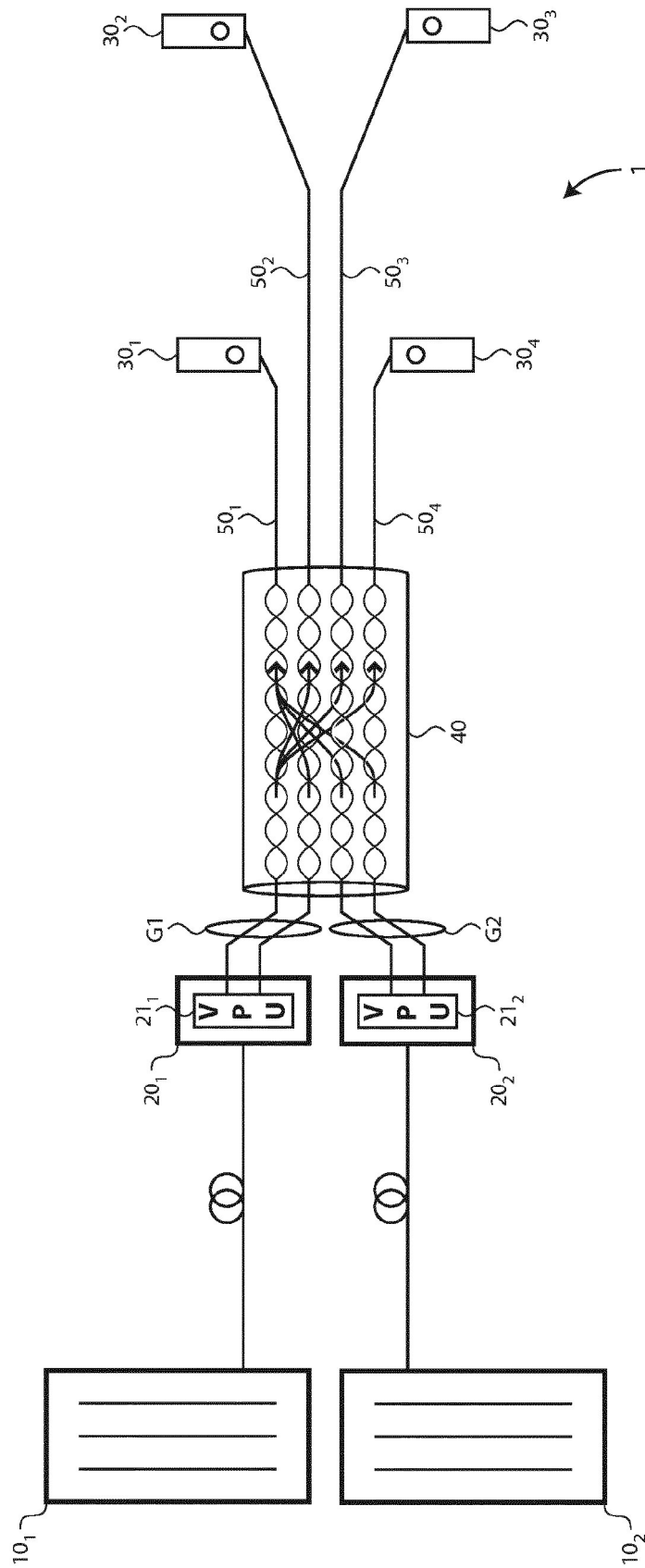


Fig. 1

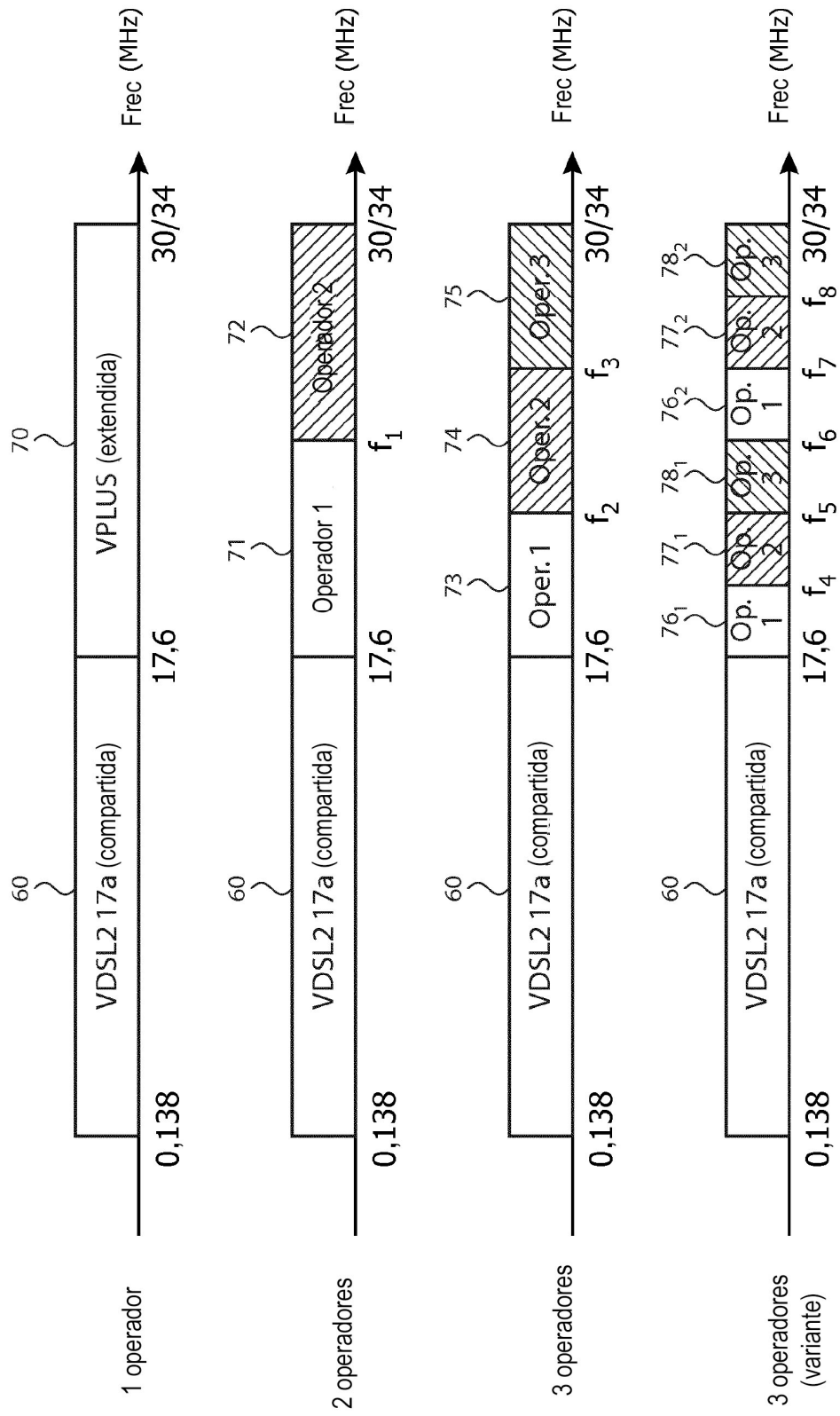
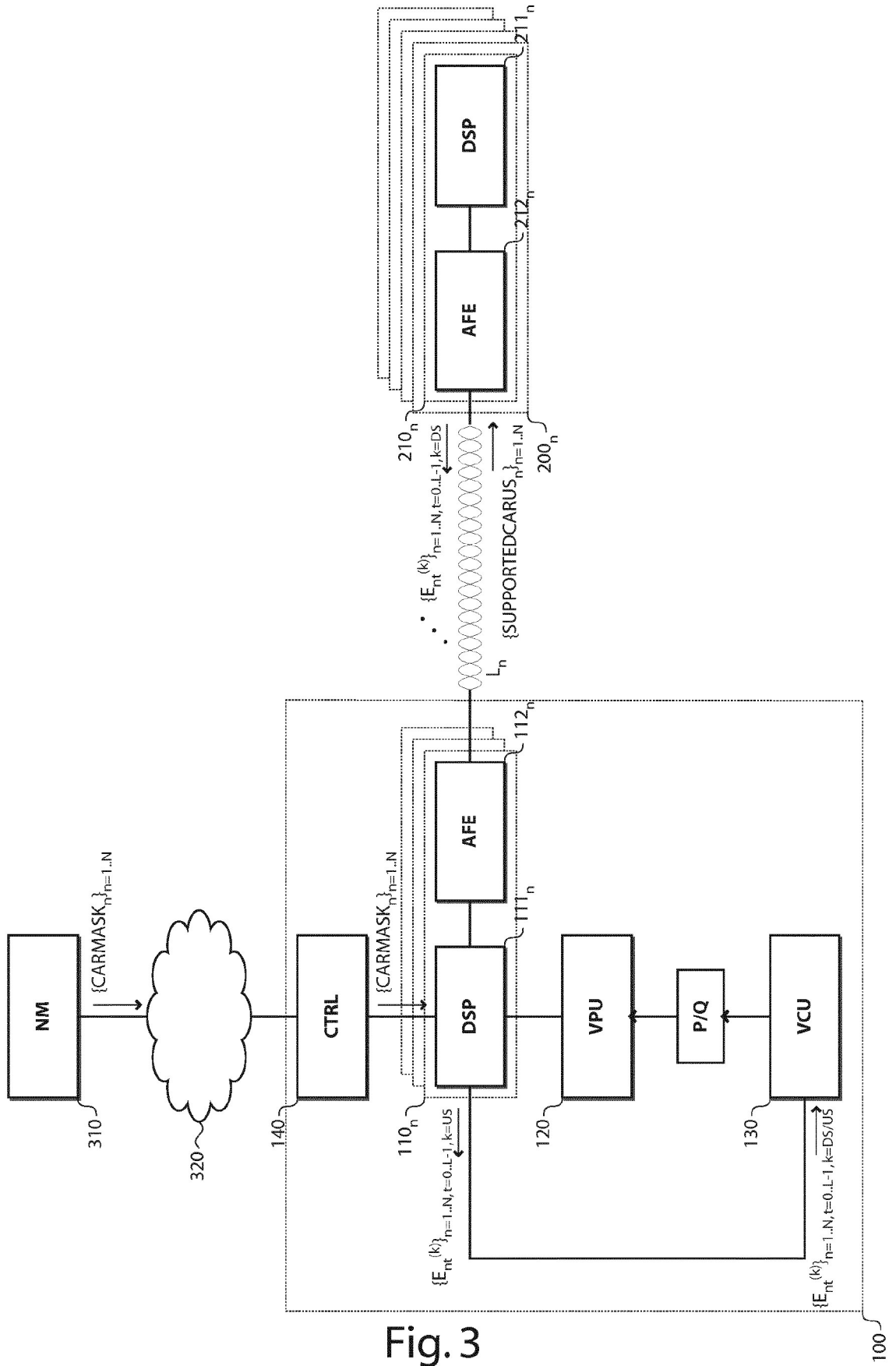


Fig. 2



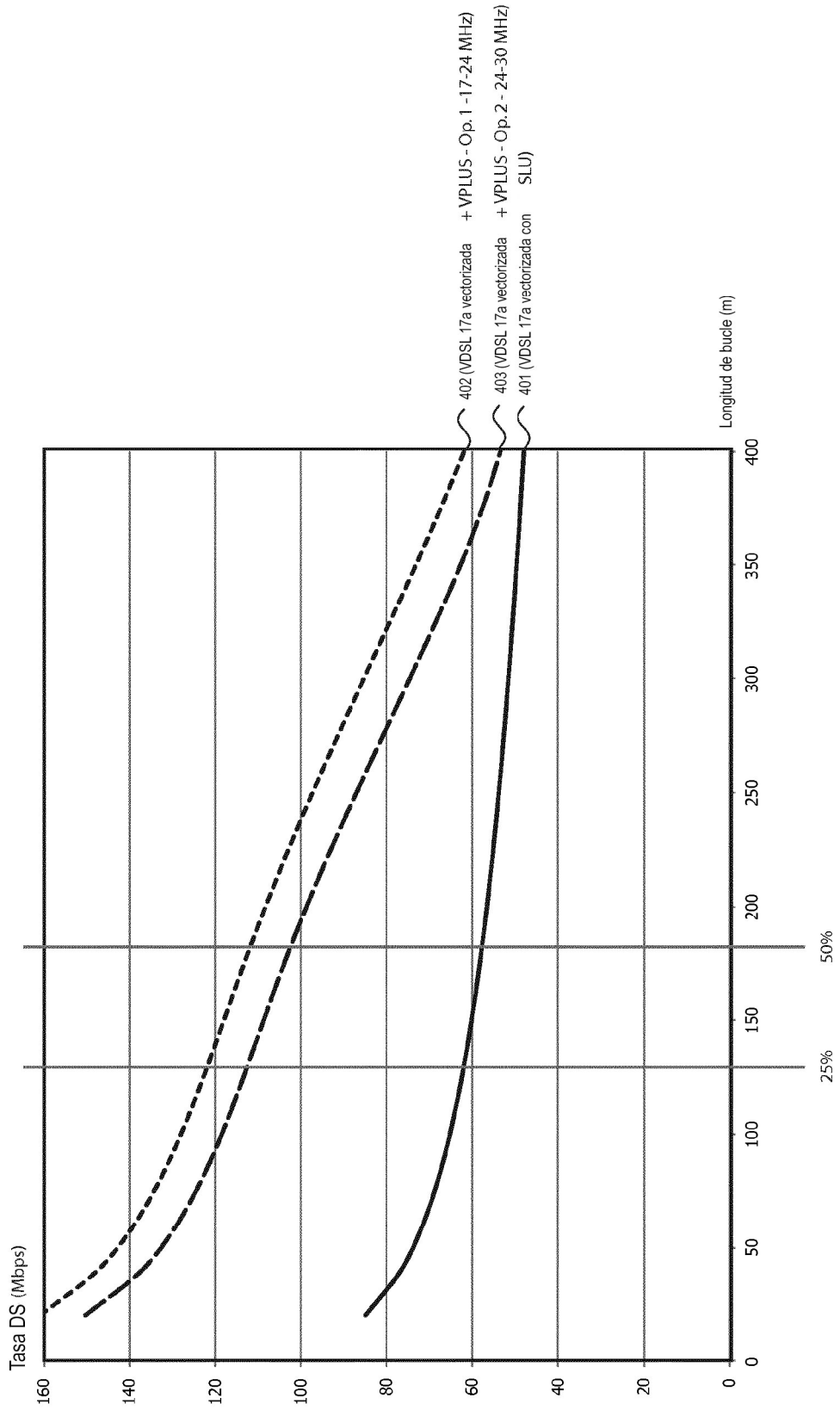


Fig. 4