(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 446 717**

(51) Int. CI.:

H04M 11/00 (2006.01)
H04B 3/32 (2006.01)
H04B 3/46 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.04.2010 E 10764078 (1)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.11.2013 EP 2417758**

(54) Título: **Método y equipo para configurar parámetros de ruido virtual de una línea de abonado digital de muy alta velocidad**

(30) Prioridad:

06.04.2009 US 167002 P
31.12.2009 US 650781

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.03.2014

(73) Titular/es:

HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)
Huawei Administration Building Bantian
Longgang District
Shenzhen, Guangdong 518129, CN

(72) Inventor/es:

WEI, DONG y
LIU, LIHE

(74) Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

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 y equipo para configurar parámetros de ruido virtual de una línea de abonado digital de muy alta velocidad

Campo de la invención

La presente invención está relacionada con el campo de la tecnología de las comunicaciones. La presente invención está relacionada de forma más especial con el campo de las tecnologías de Línea de Abonado digital (DSL).

Antecedentes

Las tecnologías de línea de abonado digital (DSL) pueden proporcionar un ancho de banda relativamente grande para las comunicaciones digitales sobre las líneas de abonado existentes. Cuando se transmiten datos sobre las líneas de abonado, se puede producir interferencia por diafonía entre las señales transmitidas a través de líneas telefónicas de par trenzado adyacentes, por ejemplo en un mismo mazo de líneas o en uno próximo. La diafonía limita el rendimiento de algunas tecnologías DSL, tales como la DSL asimétrica 2 (ADSL2) y la DSL de muy alta tasa de bits 2 (VDSL2). Por ejemplo, se pueden producir niveles significativos de diafonía debido a las frecuencias relativamente altas utilizadas en la VDSL2. La diafonía se puede producir en escenarios de despliegue mixtos, en los que las líneas desplegadas de la caja terminal y el conmutador operan en una relativamente estrecha proximidad o en la misma manguera de cables. Así pues, las transmisiones de relativamente alta potencia sobre líneas o bucles cortos (por ejemplo, los desplegados por la caja terminal), en bucles de mayor longitud (por ejemplo, los desplegados por el conmutador) pueden dar lugar a niveles relativamente altos de diafonía en el “extremo lejano” (FEXT). Para reducir la diafonía en las transmisiones en sentido ascendente, por ejemplo, hacia la caja terminal y/o el conmutador, se puede utilizar una técnica de gestión del espectro denominada reducción de la potencia en el sentido ascendente (UPBO). La técnica UPBO reduce la densidad espectral de potencia (PSD) de la transmisión en sentido ascendente en los bucles más cortos. Por consiguiente, las PSD de transmisión en sentido ascendente y las FEXT se pueden equilibrar, por ejemplo, haciéndose débilmente dependientes de las características del bucle como, por ejemplo, la longitud del bucle.

La diafonía puede ser en gran medida no estacionaria y variar drásticamente a medida que se activan y desactivan las líneas en el interior de la manguera. Un entorno semejante de ruido que varía rápidamente provoca frecuentes reinicializaciones de las líneas, pérdida del servicio y reducción de la satisfacción del cliente. Un método para aumentar la estabilidad de las líneas de abonado digitales consiste en utilizar ruido virtual, una técnica que limita la carga de bits máxima permitida en cada tono. El ruido virtual se utiliza para mejorar la estabilidad de la DSL garantizando el funcionamiento de una línea a un nivel de carga de bits que pueda ser sostenido en las peores condiciones de ruido. El rendimiento de una DSL depende sustancialmente de la configuración de ruido virtual de la línea. Por ejemplo, si el ruido virtual se configura demasiado bajo la línea se vuelve inestable. Por otro lado, si el ruido virtual se configura demasiado alto se reduce innecesariamente la tasa de datos de la línea. La utilización tanto de la técnica de ruido virtual como de la técnica UPBO para reducir la diafonía en las líneas es deseable, pero presenta complicaciones debido a problemas de compatibilidad entre las dos técnicas.

El documento US 2008031313A1 divulga un método de estabilización del rendimiento para la DSL multiportadora. Se mide una relación señal/ruido real para cada uno de una pluralidad de canales. Se calcula una relación señal/ruido de referencia a partir de la relación señal/ruido real y una relación señal/ruido virtual. Se configura la carga de bits para al menos uno de una pluralidad de canales en función de la relación señal/ruido real de referencia.

El documento “Very high speed digital subscriber line transceivers (Transceptores de línea de abonado digital de muy alta velocidad) 2 (VDSL2); G993.2 (2006) Amendment (Enmienda) 2 (02/08)” divulga unos transceptores de línea de abonado digital de muy alta velocidad 2. El VTU-R debe aplicar una reducción de la potencia en el sentido ascendente (UPBO) con el fin de mejorar la compatibilidad espectral entre los sistemas VDSL2 sobre bucles de diferentes longitudes desplegados en la misma manguera. Se han revisado algunas cláusulas para soportar la UPBO para equilibrar la FEXT.

El documento “Very high speed digital subscriber line transceivers 2 (VDSL2); G993.2 (02/06)” también divulga unos transceptores de línea de abonado digital de muy alta velocidad 2. El apartado [7.2.1.3] del mismo divulga la reducción de potencia en sentido ascendente (UPBO). El VTU-R debe aplicar una reducción de la potencia en el sentido ascendente (UPBO) con el fin de mejorar la compatibilidad espectral entre los sistema VDSL2 sobre bucles de diferentes longitudes desplegados en la misma manguera. El apartado [7.2.3] también divulga un resumen de las diversas PSD y máscaras PSD utilizadas durante la inicialización y el inicio del servicio.

El documento US 2008084950A1 divulga un sistema para realizar ajustes de velocidad de emergencia. Un receptor inicia una petición corta de reducción de velocidad y le comunica dicha petición a un transmisor. El transmisor inicia un cambio de funcionamiento a una transmisión ajustada de referencia (esto es, una nueva tabla de bit/ganancia) enviando una señal para sincronizar el cambio de funcionamiento tanto para el transmisor como para el receptor. La transmisión ajustada de referencia se puede calcular mediante una fórmula, a partir de una tabla de bit/ganancia

actual, o puede ser una tabla de bit/ganancia definida previamente. Los parámetros de la fórmula pueden ser definidos previamente, calculados durante la inicialización o determinados en tiempo real durante el SOS.

Resumen

En un modo de realización, la divulgación incluye un equipo que comprende un transmisor configurado para transmitir una señal DSL en una línea entre una pluralidad de líneas de abonado de acuerdo con una PSD de ruido virtual de referencia, en donde la PSD del ruido virtual de referencia se encuentra en función de un límite superior para la PSD de la FEXT en el peor caso en las líneas de abonado, en donde el límite superior para la PSD de la FEXT en el peor caso se obtiene mediante un método que comprende determinar una PSD de la FEXT en el peor caso al 99 por ciento en una línea que experimenta la perturbación desde una pluralidad de líneas perturbadoras, $FEXT_{0,i}$, mediante

$$\mathrm{FEXT}_{0,i}(f) \le \left|10\times\log_{10}(k\times n^{0.6}\times f^{2})+(-a-b\sqrt{f})\right|+10\times\log_{10}L_{0},$$

donde k es una constante de acoplamiento de la FEXT, n es una cantidad de líneas perturbadoras, f es una frecuencia, a y b son parámetros de UPBO determinados por un operador, y L_0 es una longitud del bucle de la línea que experimenta la perturbación.

En otro modo de realización, la divulgación incluye un equipo que comprende al menos un procesador configurado para implementar un método que comprende obtener un límite superior para la PSD de la FEXT en el peor caso para una pluralidad de líneas de abonado, obtener una PSD del ruido virtual referido a partir de la PSD de la FEXT en el peor caso para las líneas, y determinar una carga de bits para las líneas en función del ruido virtual referido o una versión escalada del ruido virtual referido al receptor, en donde la obtención del límite superior para la PSD de la FEXT en el peor caso comprende determinar una PSD de la FEXT en el peor caso al 99 por ciento en una línea que experimenta la perturbación desde una pluralidad de líneas perturbadoras, $FEXT_{0,i}$, del siguiente modo:

$$\mathrm{FEXT}_{0,i}(f) \le \left|10\times\log_{10}(k\times n^{0.6}\times f^{2})+(-a-b\sqrt{f})\right|+10\times\log_{10}L_{0},$$

donde k es una constante de acoplamiento de la FEXT, n es una cantidad de líneas perturbadoras, f es una frecuencia, a y b son parámetros de UPBO determinados por un operador, y L_0 es una longitud del bucle de la línea que experimenta la perturbación.

En otro modo de realización adicional, la divulgación incluye un método que comprende equilibrar una PSD de la FEXT en una pluralidad de líneas de abonado, y ajustar una PSD del ruido virtual referido en las líneas de abonado para que coincida con la PSD de la FEXT equilibrada.

Breve descripción de los dibujos

Para una comprensión más completa de esta divulgación, a continuación se hace referencia a la siguiente descripción, tomada en conexión con los dibujos y la descripción detallada que la acompañan, en los que las partes análogas se representan mediante números de referencia análogos.

La FIG. 1 es un diagrama esquemático de un modo de realización de un sistema DSL.

La FIG. 2 es un diagrama esquemático de un modo de realización de un escenario de transmisión en sentido ascendente.

La FIG. 3 es un diagrama de un modo de realización de configuraciones de ruido virtual.

La FIG. 4 es un diagrama de flujo de un modo de realización de un método de configuración del ruido virtual.

La FIG. 5 es un diagrama esquemático de un modo de realización de un sistema informático de propósito general.

Descripción detallada

Se debe entender desde el comienzo que, aunque a continuación se proporciona una implementación ilustrativa de uno o más modos de realización, los sistemas y/o métodos que se divulgan pueden implementarse utilizando toda una serie de técnicas, ya sean actualmente conocidas o existentes.

La divulgación no debe limitarse en ningún caso a las implementaciones ilustrativas, los dibujos y las técnicas que se ilustran más abajo, incluidos los ejemplos de diseño e implementación ilustrados y descritos en la presente solicitud, sino que puede modificarse dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas junto con su alcance completo de las equivalentes.

En la presente solicitud se divulga un sistema y un método para configurar el ruido virtual en sistemas DSL que comprenden una combinación de bucles relativamente cortos y bucles relativamente más largos. El ruido virtual se puede configurar en una pluralidad de líneas de abonado en función de una FEXT en las líneas, por ejemplo, que se puede equilibrar mediante una técnica UPBO. Con ese objetivo, se puede obtener un límite superior para la PSD de la FEXT en el peor caso en las líneas, y en consecuencia ser utilizado para determinar una PSD de ruido virtual referida al receptor, que puede ser la misma para todas las líneas. Dado que la PSD de la FEXT obtenida puede ser esencialmente independiente de la longitud del bucle de las líneas, la PSD determinada para el ruido virtual referido al receptor también puede ser sustancialmente independiente de la longitud del bucle de las líneas. Así pues, se puede configurar la misma PSD de ruido virtual referida al receptor para todas las líneas, las cuales pueden tener diferentes longitudes de bucle. La PSD de ruido virtual referida al receptor también puede coincidir con la PSD de la FEXT en las líneas para diferentes longitudes de bucle, lo cual puede proporcionar compatibilidad entre la técnica UPBO y la técnica de ruido virtual.

La FIG. 1 ilustra un modo de realización de un sistema 100 DSL. El sistema 100 DSL puede ser un sistema VDSL, un sistema VDSL2, o cualquier otro sistema DSL. El sistema 100 DSL puede comprender un Conmutador 102, una Caja terminal 104 conectada al Conmutador 102 mediante un enlace óptico 105, y una pluralidad de equipos 106 de las instalaciones del cliente (CPE), que se pueden conectar al Conmutador 102 y/o a la Caja terminal 104 a través de una pluralidad de líneas 108 de abonado. Al menos algunas de las líneas 108 de abonado pueden estar confinadas en una manguera 109. Además, el sistema 100 DSL puede comprender opcionalmente un sistema 110 de gestión de red (NMS) y una red 112 telefónica pública conmutada (PSTN), que pueden estar conectados al Conmutador 102. En otros modos de realización, el sistema 100 DSL se puede haber modificado para incluir divisores, filtros, entidades de gestión, así como otros elementos de hardware, software, y funcionalidades diversos.

En un modo de realización, el Conmutador 102 puede ser un servidor situado en una central de conmutación y puede comprender un divisor, que puede conectarse al NMS 110, a la PSTN 112 y a las líneas 108 de abonado. Adicionalmente, el Conmutador 102 puede comprender una pluralidad de transmisores/receptores (transceptores) DSL, que pueden intercambiar señales entre el NMS 110, la PSTN 112 y las líneas 108 de abonado. El NMS 110 puede ser una infraestructura de gestión de red que procesa datos intercambiados con el Conmutador 102 y puede estar conectado a una o más redes de banda ancha como, por ejemplo, Internet. La PSTN 112 puede ser una red que genera, procesa y recibe voz u otras señales de la banda de voz. Por ejemplo, el divisor puede ser un acoplador 2:1 que reenvía las señales de datos recibidas desde las líneas 108 de abonado al NMS 110 y a la PSTN 112, y reenvía las señales de datos recibidas desde el NMS 110 y la PSTN 112 a las líneas 108 de abonado. Las señales pueden ser recibidas y transmitidas mediante el transceptor DSL como, por ejemplo, un módem. Además, el divisor puede comprender opcionalmente uno o más filtros para ayudar a dirigir las señales de datos entre el NMS 110, la PSTN 112 y la línea 108 de abonado. En un modo de realización, el transceptor DSL puede comprender un generador de palabras clave para corrección anticipada de errores (FEC) que genera datos para la FEC, un intercalador que intercala los datos transmitidos a través de una pluralidad de tonos, o ambos. Por ejemplo, el transceptor DSL puede utilizar un código de línea multitono discreto (DMT) que asigna una pluralidad de bits a cada subportadora o tono en cada símbolo. El DMT se puede adaptar a diferentes estados del canal que se pueden producir en cada uno de los extremos de una línea de abonado. En un modo de realización, el transceptor DSL del Conmutador 102 puede estar configurado para transmitir datos a velocidades similares o diferentes para cada una de las líneas 108 de abonado.

En un modo de realización, la Caja terminal 104 puede estar situada en un centro de distribución entre la central de conmutación (CO) y las instalaciones del cliente, y puede comprender un divisor, que puede conectar el Conmutador 102 a los CPE 106. Por ejemplo, la Caja terminal 104 puede comprender un multiplexor de acceso DSL (DSLAM) que conecta el Conmutador 102 a los CPE 106. Adicionalmente, la Caja terminal 104 puede comprender una pluralidad de transceptores DSL, que se puede utilizar para intercambiar señales entre el Conmutador 102 y los CPE 106. El transceptor DSL puede procesar las señales recibidas o puede, simplemente, pasar las señales recibidas entre los CPE 106 y el Conmutador 102. El divisor de la Caja terminal 104 puede ser un acoplador N:1 (N es un entero) que encamina las señales de datos recibidas del Conmutador 102 a los N CPE 106, y encamina las señales de datos de recibidas de los N CPE 106 al Conmutador 102. Las señales de datos pueden ser transmitidas y recibidas mediante el transceptor DSL, que puede ser un modem. Además, el divisor de la Caja terminal 104 puede comprender opcionalmente uno o más filtros para ayudar a dirigir las señales de datos entre el Conmutador 102 y los CPE 106 a través de las líneas 108 de abonado correspondientes. En un modo de realización, el transceptor DSL puede estar configurado para transmitir datos a los CPE 106 a velocidades y/o potencias similares o diferentes para cada línea 108 de abonado, como se describe en detalle más abajo.

En un modo de realización, los CPE 106 pueden estar situados en las instalaciones del cliente, donde al menos algunos de los CPE 106 pueden estar conectados a un teléfono 114 y/o a un ordenador 116. El teléfono 114 puede consistir en un hardware, software, o una combinación de ambos, que genera, procesa y recibe voz u otras señales de la banda de voz. El CPE 106 puede comprender un divisor, que puede conectar las líneas 108 de abonado, el teléfono 114 y el ordenador 116. El CPE 106 también puede comprender un transceptor DSL para intercambiar datos entre el CPE 106 y el Conmutador 102 a través de la línea 108 de abonado. Por ejemplo, el divisor puede ser un acoplador 2:1 que reenvía las señales de datos recibidas de la línea 108 de abonado al teléfono 114 y al

transceptor DSL, y reenvía las señales de datos recibidas del teléfono 114 y el transceptor DSL a la línea 108 de abonado. El divisor puede comprender opcionalmente uno o más filtros para ayudar a dirigir las señales de datos hacia y desde el teléfono 114 y el transceptor DSL. El transceptor DSL, por ejemplo un módem, puede transmitir y recibir señales a través de las líneas 108 de abonado. Por ejemplo, el transceptor DSL puede procesar las señales recibidas para obtener los datos transmitidos desde el Conmutador 102, y pasarle los datos recibidos al teléfono 114, al ordenador 116 o a ambos. Los CPE 106 pueden estar conectados directamente al Conmutador 102 a través de las líneas 108 de abonado y/o a través de las líneas 108 de abonado y la Caja terminal 104. Por ejemplo, cualquiera de los CPE 106 puede estar conectado a una línea 108 de abonado procedente del Conmutador 102 y/o a una línea 108 de abonado procedente de la Caja terminal 104. Los CPE 106 pueden acceder al NMS 110, a la PSTN 112, y/o a otras redes conectadas a través de las líneas 108 de abonado desplegadas por el Conmutador 102 y/o la Caja terminal 104, que pueden estar confinadas en la manguera 109.

En un modo de realización, las líneas 108 de abonado puede ser rutas de telecomunicaciones entre el Conmutador 102 y los CPE 106 y/o entre la Caja terminal 104 y los CPE 106, que pueden comprender uno o más pares trenzados de cable de cobre. Entre los tonos o señales transportados a través de las líneas 108 de abonado procedentes del Conmutador 102 y la Caja terminal 104, por ejemplo confinadas en la manguera 109, se puede producir una interferencia por diafonía. La interferencia por diafonía puede estar relacionada con la potencia, la frecuencia, y la longitud del recorrido de las señales transmitidas y puede limitar el rendimiento de las comunicaciones en la red. Cuando la PSD de las señales transmitidas aumenta, por ejemplo en un rango de frecuencias, la diafonía entre las líneas 108 de abonado adyacentes puede aumentar y, por consiguiente, las velocidades de datos pueden disminuir.

La FIG. 2 ilustra un modo de realización de un escenario 200 de transmisión en sentido ascendente en un sistema DSL, similar, por ejemplo, al sistema 100 DSL. El sistema DSL puede comprender una pluralidad de receptores (o transceptores) 510, que pueden estar conectados a una pluralidad de transmisores (o transceptores) 520 a través de una pluralidad de líneas, que pueden ser líneas de cobre con un calibre de hilo americano (AWG) 26. Los receptores 510 pueden estar situados en un Conmutador, por ejemplo, en un módem o un multiplexor de acceso DSL (DSLAM). Por ejemplo, los receptores 510 pueden ser una unidad transceptor VDSL2 en el extremo del operador (VTU-O) de la línea.

En algunos modos de realización, los receptores 510 pueden estar distribuidos entre el Conmutador y una Caja terminal situada entre el Conmutador y una pluralidad de CPE. Los transmisores 520 pueden estar situados en los CPE conectados al Conmutador y/o a la Caja terminal. En algunos modos de realización, algunos de los transmisores 520 pueden estar situados en la Caja terminal. Así pues, las líneas conectadas al Conmutador y/o a la Caja terminal pueden tener longitudes de bucle diferentes. Las líneas que tienen longitudes de bucle relativamente más cortas se pueden denominar bucles cortos, y las líneas que tienen longitudes de bucle relativamente más largas se pueden denominar bucles largos. Las señales transmitidas a través de las líneas, por ejemplo, desde los CPE a la Caja terminal y al Conmutador, por ejemplo, en la misma manguera, pueden experimentar diafonía. Una línea que experimenta interferencia por diafonía o ruido de otras líneas se puede denominar línea que experimenta la perturbación y las otras líneas que contribuyen a la diafonía se pueden denominar líneas perturbadoras. Por ejemplo, un receptor 511 puede recibir una señal en sentido ascendente desde un transmisor 521 a través de una línea que experimenta la perturbación entre el receptor 511 y el transmisor 521. La señal en sentido ascendente en la línea que experimenta la perturbación puede verse afectada por diafonía o ruido introducidos por otras señales en sentido ascendentes transmitidas por una pluralidad de líneas perturbadoras entre una pluralidad de receptores 512 y una pluralidad de transmisores 522.

Por ejemplo, las señales en sentido ascendente que se transmiten a plena potencia o potencia relativamente alta a través de las líneas más cortas pueden causar niveles relativamente altos de FEXT en los bucles más largos. Típicamente, una unidad transceptor VDSL2 en el extremo remoto (VTU-R), por ejemplo, en el CPE, puede utilizar la UPBO para mejorar la compatibilidad espectral entre señales en los diferentes bucles. La técnica UPBO se puede utilizar de acuerdo con el estándar G.993.2 para VDSL2 del Sector de Normalización de las Telecomunicaciones (UIT-T) de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

Así pues, el VTU-R puede estimar la longitud eléctrica de un bucle correspondiente, kl_0, y, consecuentemente, utilizar la longitud eléctrica estimada para calcular una máscara de PSD para la UPBO, UPBOMASK:

$$\mathrm{UPBOMASK}(kl_0) = \mathrm{UPBOPSD}(f) + \mathrm{LOSS}(kl_0, f) + 3.5\,[\mathrm{dBm/Hz}], \qquad (1)$$

donde LOSS(kl_0, f) es un factor de pérdida en decibelios (dB), UPBOPSD(f) es una PSD para UPBO en dB por milivatio por hercio (dBm/Hz) que puede ser independiente de la longitud y el tipo del bucle, y f es una frecuencia en megahercios (MHz).

El factor de pérdida y la PSD de la UPBO se pueden calcular del siguiente modo:

$$\mathrm{LOSS}(kl_0, f) = kl_0\sqrt{f}\ [\mathrm{dB}],$$

$$\mathrm{UPBOPSD}(f) = -a - b\sqrt{f}\ [\mathrm{dBm/Hz}].$$

Los valores de las constantes a y b pueden ser diferentes para las diferentes frecuencias o bandas en sentido ascendente y pueden ser proporcionados al VTU-R por la base de datos de información de gestión de la central de conmutación (CO-MIB), por ejemplo, al iniciarse las comunicaciones.

En algunos casos, la interferencia por diafonía entre las líneas puede ser altamente no estacionaria, por ejemplo durante la activación y/o desactivación de las líneas, lo que puede dar lugar a condiciones de ruido que varían rápidamente y reducir la estabilidad de la línea. Para garantizar la estabilidad suficiente en las líneas durante la variación rápida de las condiciones de ruido, por ejemplo, en las transmisiones en sentido ascendente, se pueden configurar las señales en las líneas utilizando ruido virtual.

Por ejemplo, el receptor 511 (o cualquier receptor 512) puede recibir una señal DSL cuya carga de bits se basa en un ruido virtual referido al transmisor, TXREFVN. El ruido virtual referido al transmisor puede ser enviado por el transmisor 521 (o cualquier transmisor 522) y a continuación se puede utilizar para determinar una PSD del ruido virtual recibido, Received_Virtual_Noise_PSD, de acuerdo con la norma G.993.2:

$$\mathrm{Received_Virtual_Noise_PSD} = |H(f)|^2 \times \mathrm{TXREFVN}. \qquad (2)$$

Por lo general, una base de datos de información de gestión de la CO (CO-MIB) puede proporcionar o establecer una sola PSD del TXREFVN para todas o al menos algunas de las líneas (para un rango de frecuencias o banda). Así pues, la PSD del ruido virtual recibido para una línea puede depender de la función de transferencia $H(f)$ de la línea o bucle. No obstante, cuando se utiliza también una técnica UPBO para equilibrar la FEXT recibida en las líneas o bucles, la FEXT recibida puede ser independiente de la función de transferencia de la línea o bucle. Por consiguiente, la PSD del ruido virtual recibido puede no coincidir con la FEXT recibida para todas las líneas o bucles, lo que da lugar a una incompatibilidad entre la utilización del ruido virtual referido al transmisor y la UPBO para las mismas líneas.

En un modo de realización, con el fin de mejorar la compatibilidad entre el ruido virtual y las técnicas de UPBO, la PSD del ruido virtual recibido se puede configurar en función de un límite superior para una PSD de la FEXT en el peor caso como, por ejemplo, la PSD de la FEXT en el peor caso al 99 por ciento. Así pues, se puede determinar la PSD del ruido virtual recibido para una pluralidad de bucles, y puede ser independiente de la función de transferencia de la línea o bucle, similar a la FEXT recibida. Dado que se puede utilizar una única PSD del ruido virtual recibido para una pluralidad de líneas, se puede hacer coincidir la PSD del ruido virtual recibido con la FEXT recibida por las mismas líneas o bucles. De este modo se puede eliminar el problema de incompatibilidad entre las dos técnicas.

Para obtener la PSD de la FEXT en el peor caso al 99 por ciento recibida por una línea 0 que experimenta la perturbación en el sentido ascendente, se puede calcular una PSD transmitida en sentido ascendente en una línea perturbadora i, $\mathrm{Tx_PSD}_i$, del siguiente modo:

$$\mathrm{Tx_PSD}_i(f) = (-a - b\sqrt{f}) - 20 \times \log_{10}|H(f, L_i)|, \qquad (3)$$

donde $\mathrm{Tx_PSD}_i$ se mide en dBm/Hz y L_i es la longitud del bucle de la línea i.

Por lo tanto, la FEXT en el peor caso al 99 por ciento de la línea i que se acopla a la línea 0, $\mathrm{FEXT}_{0,i}$, (por ejemplo, en dBm/Hz), se puede obtener del siguiente modo:

$$\mathrm{FEXT}_{0,i}(f) = 10 \times \log_{10}(k \times \mathrm{CL} \times f^2) + 20 \times \log_{10}|H(f, \mathrm{CL}) + \mathrm{Tx_PSD}_i(f)|, \qquad (4)$$

donde k es una constante de acoplamiento de la FEXT y CL es una longitud máxima de acoplamiento entre la línea i y la línea 0. En un primer caso en el que CL puede ser igual a aproximadamente L_i y L_i puede ser menor o igual a aproximadamente L_0, se puede evaluar la PSD de la FEXT en el peor caso a partir de las longitudes de bucle de la línea i (L_i) y la longitud del bucle de la línea 0 (L_0) del siguiente modo:

$$\begin{aligned} \mathrm{FEXT}_{0,i}(f) &= 10 \times \log_{10}(k \times L_i \times f^2) + (-a - b\sqrt{f}) \\ &\le 10 \times \log_{10}(k \times L_0 \times f^2) + (-a - b\sqrt{f}), \end{aligned} \qquad (5)$$

Alternativamente, en un segundo caso en el que CL puede ser igual a aproximadamente L_0 y L_i puede ser mayor

que aproximadamente L_0, se puede obtener la PSD de la FEXT en el peor caso del siguiente modo:

$$\begin{aligned} \mathrm{FEXT}_{0,i}(f) &= 10\times\log_{10}(k\times L_0\times f^2)+20\times\log_{10}|H(f,L_0)| \\ &\quad +20\log_{10}|H(f,L_i-L_0)|+(-a-b\sqrt{f}-20\log_{10}|H(f,L_i)|; \\ &= 10\times\log_{10}(k\times L_0\times f^2)+(-a-b\sqrt{f}). \end{aligned} \qquad (6)$$

Combinando el primer caso y el segundo caso se puede obtener un límite superior para la PSD de la FEXT en el peor caso del siguiente modo:

$$\mathrm{FEXT}_{0,i}(f)\le 10\times\log_{10}(k\times L_0\times f^2)+(-a-b\sqrt{f}). \qquad (7)$$

El límite superior para la PSD de la FEXT en el peor caso de una pluralidad de líneas perturbadoras i acopladas a la línea 0 se puede calcular utilizando un método (FSAN) de red de acceso de servicio completo:

$$\mathrm{FEXT}_{0,i}(f)\le\left|10\times\log_{10}(k\times n^{0.6}\times f^2)+(-a-b\sqrt{f})\right|+10\times\log_{10}L_0, \qquad (8)$$

donde n es la cantidad de líneas perturbadoras, que puede ser configurado por el operador en función de un escenario de despliegue.

A continuación se puede determinar una PSD del ruido virtual de referencia, REFVN_dB, por ejemplo por la CO-MIB, a partir del límite superior para la PSD de la FEXT en el peor caso:

$$\mathrm{REFVN_dB}=\left|10\times\log_{10}(k\times n^{0.6}\times f^2)+(-a-b\sqrt{f})\right|, \qquad (9)$$

donde REFVN_dB se mide en dB. Como el lado derecho de la ecuación (9) puede ser independiente de las características del bucle, se puede establecer una única PSD de ruido virtual de referencia para una pluralidad de líneas en el sistema, por ejemplo, todas las líneas de la manguera, y de este modo puede no ser necesario configurar el ruido virtual línea a línea.

Por consiguiente, en lugar de utilizar la ecuación (2), se puede calcular la PSD del ruido virtual recibido para una línea que tiene una longitud de bucle L_0 del siguiente modo:

$$\mathrm{Received_Virtual_Noise_PSD}=\mathrm{REFVN_dB}+10\times\log_{10}L_0. \qquad (10)$$

La PSD del ruido virtual recibido obtenida mediante la ecuación (10) puede ser una versión a escala de la PSD del ruido virtual de referencia, que puede haber sido configurada por la CO-MIB, donde el término $10\times\log_{10}L_0$ puede ser sustituido por un término factor de escala genérico. En un modo de realización, la ecuación (9) se puede expresar en términos de un factor de ruido virtual y un factor de escala del ruido:

$$\mathrm{REFVN_dB}=20\times\log_{10}f+(-a-b\sqrt{f})+\mathrm{scaling_factor_1},$$

donde $20\times\log_{10}f+(-a-b\sqrt{f})$ es el factor de ruido virtual, y scaling_factor_1 es el factor de escala del ruido, que puede ser igual a aproximadamente $10\times\log_{10}(k\times n^{0,6})$. Alternativamente, para determinar la PSD del ruido virtual referido se puede utilizar un valor diferente para el factor de escala del ruido.

Puede ser deseable la utilización de una única PSD de ruido virtual de referencia correspondiente a un límite superior para la PSD de la FEXT en el peor caso en una pluralidad de líneas para configurar la PSD del ruido virtual recibido, ya que ello puede mejorar la compatibilidad entre la utilización de la UPBO y las técnicas de ruido virtual para reducir los efectos de la diafonía en el sistema. En consecuencia, en las líneas se puede utilizar una única FEXT recibida (equilibrada) y una PSD del ruido virtual recibido correspondiente. Además, la PSD del ruido virtual recibido se puede configurar en función de una sola PSD de ruido virtual de referencia con el fin de reducir el ruido extrínseco en las líneas como, por ejemplo, interferencias de frecuencias de radio, en sentido ascendente. Por ejemplo, la PSD del ruido virtual de referencia de la ecuación (9) puede incluir un término adicional como, por ejemplo, una PSD del ruido extrínseco recibido, con el fin de tener en cuenta el ruido extrínseco en las líneas:

$$\begin{aligned} \mathrm{REFVN} &= f^2\times 10^{\frac{-a-b\sqrt{f}+\mathrm{scaling_factor_1}}{10}}+\mathrm{extrinsic_noise_PSD}, \\ \mathrm{REFVN_dB} &= 10\times\log_{10}\mathrm{REFVN} \end{aligned}$$

Alternativamente, se puede utilizar un valor diferente para el ruido extrínseco en la línea.

La FIG. 3 ilustra un modo de realización de una pluralidad de configuraciones 300 de ruido virtual, que se obtuvieron mediante simulación de transmisiones en sentido ascendente para una línea que experimenta la perturbación de acuerdo con una pluralidad de condiciones. Las líneas que experimentan la perturbación pueden verse afectadas por una interferencia por diafonía desde una pluralidad de líneas perturbadoras. Las líneas (la línea que experimenta la perturbación y las líneas perturbadoras) pueden conectar una pluralidad de transmisores a una pluralidad de receptores en un sistema DSL similar al sistema DSL del escenario 200 de transmisión en sentido ascendente. Las longitudes de bucle de la línea que experimenta la perturbación varían desde aproximadamente 300 metros (m) hasta aproximadamente 1.200 m, en incrementos de aproximadamente 100 m. Las líneas comprenden también alrededor de 20 líneas perturbadoras que contribuyen a la diafonía en las líneas que experimenta la perturbación. Las líneas perturbadoras comprenden aproximadamente diez líneas perturbadoras que tienen unas longitudes de bucle de aproximadamente 300 m, y aproximadamente otras diez líneas perturbadoras que tienen unas longitudes de bucle de aproximadamente 1200 m.

Las configuraciones 300 de ruido virtual se pueden caracterizar mediante una pluralidad de curvas 310, que comprenden una pluralidad de puntos obtenidos en la simulación utilizando diversos parámetros. Los parámetros de la simulación y sus valores se muestran en la Tabla 1. Los parámetros de la simulación comprenden un margen de la relación señal/ruido (SNR), un salto en la SNR, una ganancia de codificación neta, un nivel de ruido de fondo y los parámetros de la UPBO. Los puntos en las curvas 310 corresponden a una pluralidad de velocidades de línea (por ejemplo, el eje y) en relación con una pluralidad de longitudes de bucle (por ejemplo, el eje x) para las líneas que experimentan la perturbación. Las velocidades de línea corresponden a la carga de bits de acuerdo con la configuración del ruido virtual y se representan en Megabits por segundo (Mb/s), y las longitudes de bucle de las líneas que experimentan la perturbación se representan en metros.

Parámetro		**Valor**
US0		no utilizado
Margen de SNR		6 dB
Salto de SNR		9,8 dB
ganancia de codificación neta		5 dB
nivel de ruido de fondo		-135 dBm/Hz
parámetros de UPBO	*a*	46.3 (US1)
		49.3 (US2)
	b	23.3 (US1)
		18,3 (US2)
	longitud de referencia	1000 m (US1)
		800 m (US2)

Tabla 1

Las curvas 310 comprenden una pluralidad de curvas 311, 312, 313, 314 y 315 obtenidas mediante simulación utilizando una configuración de ruido virtual basada en un ruido virtual referido al transmisor (TXREFVN), sin que coincidan la PSD del ruido virtual y la FEXT en las líneas. Las curvas 311, 312, 313, 314 y 315 se obtuvieron utilizando diferentes PSD del TXREFVN diseñado para unas longitudes de bucle de aproximadamente 400 m, aproximadamente 600 m, aproximadamente 800 m, aproximadamente 1000 m, y aproximadamente 1.200 m. Las curvas 310 incluyen también una curva 316 que se obtuvo mediante simulación utilizando una configuración de ruido virtual basada en una sola PSD de ruido virtual de referencia (REFVN_dB). La PSD del ruido virtual de referencia se obtiene utilizando un límite superior para la PSD de la FEXT en el peor caso al 99 por ciento para todas las líneas mediante, por ejemplo, la ecuación (9). Por consiguiente, la curva 316 representa una configuración de ruido virtual que puede encontrarse entre la PSD del ruido virtual y la FEXT en las líneas. Adicionalmente, en la FIG. 3 se muestra una curva 320 que comprende una pluralidad de puntos que representan una carga de bits de acuerdo con la FEXT de las líneas perturbadoras, sin utilizar una configuración del ruido virtual. La FEXT puede reflejar el nivel de ruido acoplado desde las líneas perturbadoras en las líneas que experimentan la perturbación. La curva 320 se puede utilizar como curva de referencia para evaluar el rendimiento de las diferentes configuraciones de ruido virtual en relación con las condiciones de la línea debido a la FEXT.

En cada una de las curvas 311, 312, 313, 314 y 315, las velocidades de línea se obtuvieron mediante una PSD del TXREFVN basado en una longitud de bucle diseñada (es decir, aproximadamente 400 m, aproximadamente 600 m, 800 m, aproximadamente 1000 m, y aproximadamente 1.200). Todas las curvas 311, 312, 313, 314 y 315 pueden comprender una parte de velocidades de línea bajas y otra parte de velocidades de línea altas con respecto a la curva 320, por ejemplo, las velocidades de línea debidas a la FEXT. La porción de velocidades bajas se puede encontrar donde las velocidades de línea obtenidas utilizando la PSD del TXREFVN son menores que aproximadamente la longitud del bucle diseñado correspondiente, y la porción de velocidades altas se puede encontrar donde las velocidades de línea obtenidas utilizando la PSD del TXREFVN son mayores que aproximadamente la longitud del bucle diseñado correspondiente. Como se muestra en la FIG. 3, la carga de bits en la porción de baja velocidad y la carga de bits en la porción de alta velocidad de las curvas 311, 312, 313, 314 y 315 pueden no coincidir con la carga de bits debida a la FEXT en las líneas que experimentan la perturbación. La porción de baja velocidad en cada una de las curvas 311, 312, 313, 314 y 315 (por ejemplo, por debajo de las curvas 316 y 320) puede indicar una menor carga de bits en la línea respecto a la carga de bits de la FEXT y, por lo tanto, una sobreprotección innecesaria de la línea que experimenta la perturbación. Alternativamente, la porción de alta velocidad en las curvas 311, 312, 313, 314 y 315 (por ejemplo, por encima de las curvas 316 y 320) puede indicar una mayor carga de bits en la línea y, por lo tanto, una posible protección deficiente de las líneas que experimentan la perturbación. Por lo tanto, las configuraciones de ruido virtual correspondientes a las curvas 311, 312, 314 y 315 pueden no ser adecuadas para escenarios de despliegue que comprenden bucles más largos y bucles más cortos. Las velocidades de las líneas que se observan en la curva 316 se obtuvieron haciendo coincidir la PSD del ruido virtual y la FEXT en las líneas que experimentan la perturbación, por ejemplo, a partir de la PSD de la FEXT en el peor caso al 99 por ciento para todas las líneas. Así pues, las velocidades de línea que se observan en la curva 316 pueden ser sustancialmente próximas en valor a las velocidades de línea que se observan en la curva 320, por ejemplo, en comparación con las demás curvas, lo que puede indicar una protección suficiente de las líneas que experimentan la perturbación para el rango de longitudes de bucle considerado. Por consiguiente, la utilización de la configuración de ruido virtual basada en una única PSD del ruido virtual de referencia que coincide con la PSD de la FEXT en el peor caso para todas las líneas puede resultar ventajosa para los escenarios de despliegue que comprenden bucles más largos y bucles más cortos, por ejemplo, en comparación con otras configuraciones de ruido virtual. La configuración de ruido virtual basada en una única PSD del ruido virtual de referencia también puede ser compatible con la técnica UPBO para equilibrar la FEXT en las líneas, es decir, para conseguir aproximadamente la misma FEXT en las líneas.

La FIG. 4 ilustra un modo de realización de un método 400 de configuración del ruido virtual que se puede utilizar para obtener una PSD del ruido virtual para una pluralidad de líneas que coincide con una PSD de la FEXT en las líneas. En consecuencia, el método 400 de configuración del ruido virtual se puede utilizar junto con una técnica UPBO para reducir los efectos de la diafonía, por ejemplo, para transmisiones en sentido ascendente a un Conmutador y/o a una Caja terminal. Por ejemplo, se puede utilizar el método 400 de configuración del ruido virtual en un sistema DSL, como por ejemplo el sistema 100 DSL, y/o en escenarios de transmisión en sentido ascendente, como por ejemplo el escenario 200 de transmisión en sentido ascendente. En un modo de realización, una CO-MIB del sistema DSL puede utilizar el método 400 para configurar una PSD de ruido virtual referido, o una plantilla, para una pluralidad de transmisores, por ejemplo, en la dirección del sentido ascendente.

El método 400 puede comenzar en el bloque 410, en el que se puede obtener un límite superior para la PSD de la FEXT en el peor caso para una pluralidad de líneas. Por ejemplo, se puede obtener una PSD de la FEXT en el peor caso al 99 por ciento para n líneas mediante la ecuación (8) utilizando el método FSAN. A continuación, en el bloque 420, se puede obtener una PSD del ruido virtual en función del límite superior para la PSD de la FEXT en el peor caso. Por ejemplo, se puede obtener una PSD del ruido virtual de referencia para las n líneas utilizando la ecuación (9) y la PSD de la FEXT en el peor caso al 99 por ciento. Para determinar una PSD del ruido virtual recibido en las líneas también se puede utilizar la PSD del ruido virtual de referencia mediante, por ejemplo, la ecuación (10). A continuación, en el bloque 430, se puede determinar una única carga de bits para las líneas en función de la PSD del ruido virtual. A continuación el método 400 puede terminar. En algunos modos de realización, el método 400 de configuración del ruido virtual se puede utilizar para reducir los efectos de la diafonía en las líneas con una técnica UPBO para equilibrar la FEXT recibida en las líneas. Así pues, la carga única de bits para las líneas, por ejemplo en sentido ascendente, se puede igualar a aproximadamente la velocidad de datos en las líneas, que puede corresponder a la FEXT equilibrada en las líneas.

Los componentes descritos anteriormente pueden utilizarse en combinación con cualquier componente de red de propósito general, como por ejemplo un ordenador o componente de red con suficiente potencia de procesamiento, recursos de memoria, y capacidad de flujo máximo de la red para procesar la carga de trabajo necesaria que recaiga sobre el mismo. La FIG. 5 ilustra un componente 500 de red de uso general típico apropiado para el despliegue de uno o más modos de realización de los componentes divulgados en la presente solicitud. El componente 500 de red puede comprender un procesador 502 (que se puede denominar unidad central de procesamiento o CPU) que está en comunicación con algunos dispositivos de memoria, incluyendo almacenamiento secundario 504, memoria de sólo lectura (ROM) 506, memoria de acceso aleatorio (RAM) 508, dispositivos de entrada/salida (E/S) 510, y dispositivos de conectividad de red 512, o combinaciones de los mismos. El procesador 502 se puede implementar

como uno o más microcircuitos de CPU, o puede formar parte de uno o más circuitos integrados de aplicación específica (ASIC).

El almacenamiento secundario 504 está constituido generalmente por una o más unidades de disco o unidades de cinta y se utiliza para almacenamiento no volátil de datos y como un dispositivo de almacenamiento de datos de desbordamiento si la memoria RAM 508 no tiene suficiente capacidad para contener todos los datos de trabajo. El almacenamiento secundario 504 se puede utilizar para almacenar programas que se cargan en la RAM 508 cuando dichos programas se seleccionan para ser ejecutados. La ROM 506 se utiliza para almacenar instrucciones y en algunos casos los datos que se leen durante la ejecución del programa. La ROM 506 es un dispositivo de memoria no volátil que tiene generalmente una pequeña capacidad de almacenamiento en comparación con la mayor capacidad de memoria del almacenamiento secundario 504. La memoria RAM 508 se utiliza para almacenar datos volátiles y en algunos casos para almacenar instrucciones. El acceso tanto a la ROM 506 como a la RAM 508 es típicamente más rápido que al almacenamiento secundario 504.

Se divulga al menos un modo de realización, y las variaciones, combinaciones, y/o modificaciones del/de los modo(s) de realización y/o la(s) característica(s) del/de los modo(s) de realización que lleve a cabo una persona con una experiencia normal en la técnica se encuentran dentro del alcance de la divulgación. Cuando se especifican expresamente intervalos numéricos o limitaciones, se debe entender que tales intervalos expresos o limitaciones incluyen rangos o limitaciones iterativos de magnitud similar que se encuentran dentro de los intervalos o limitaciones expresamente especificados (por ejemplo, desde aproximadamente 1 hasta aproximadamente 10 incluye, 2, 3, 4, etc.; mayor que 0,10 incluye 0,11, 0,12, 0,13, etc.). El uso del término "opcionalmente" en relación con cualquier elemento de una reivindicación significa que el elemento es requerido, o, alternativamente, que el elemento no es requerido, encontrándose ambas alternativas dentro del alcance de la reivindicación. El uso de términos genéricos, como comprende, incluye y teniendo, se debe entender que dan cabida a términos más específicos tales como está compuesto por, está compuesto esencialmente por, y comprende esencialmente. En consecuencia, el alcance de la protección no está limitado por la descripción que se ha expuesto más arriba, sino que se define mediante las reivindicaciones que se adjuntan a continuación. Todas y cada una de las reivindicaciones se incorporan como divulgaciones adicionales en la memoria, y las reivindicaciones son modos de realización de la presente divulgación. La discusión de una referencia en la divulgación no constituye una admisión de que pertenezca a la técnica anterior, en particular, toda referencia que tenga una fecha de publicación posterior a la fecha de prioridad de esta solicitud. La divulgación de todas las patentes, solicitudes de patente, y publicaciones citadas en la divulgación proporcionan detalles de ejemplo, de procedimiento o de otro tipo suplementarios a la divulgación.

Aunque en la presente divulgación se han proporcionado varios modos de realización, se debe entender que los sistemas y métodos divulgados se podrían materializar de muchas otras formas específicas sin apartarse del alcance de la presente descripción. Los ejemplos que se presentan deben ser considerados como ilustrativos y no restrictivos, y la intención es no limitarse a los detalles que se incluyen en la presente solicitud.

Por otro lado, las técnicas, sistemas, subsistemas y métodos descritos e ilustrados en los diversos modos de realización de forma discreta o por separado se pueden combinar o integrar con otros sistemas, módulos, técnicas, o métodos sin apartarse del alcance de la presente divulgación. Otros elementos que se muestran o se tratan como conectados, o conectados directamente, o que se comunican entre sí pueden estar conectados indirectamente, o comunicarse a través de alguna interfaz, dispositivo o componente intermedio, tanto eléctrico como mecánico o de cualquier otro tipo. Aquellos experimentados en la técnica pueden idear otros ejemplos de cambios, sustituciones y alteraciones, que podrían llevarse a la práctica sin apartarse del alcance divulgado en la presente solicitud.

REIVINDICACIONES

1. Un equipo que comprende:

un transmisor (522) configurado para transmitir una señal de línea de abonado digital, DSL, en una línea entre una pluralidad de líneas (108) de abonado de acuerdo con una densidad espectral de potencia, PSD, del ruido virtual de referencia,

en el que la PSD del ruido virtual de referencia se basa en un límite superior para la PSD de la diafonía en el extremo lejano, FEXT, en el peor caso en las líneas (108) de abonado, que se caracteriza por que el límite superior para la PSD de la FEXT en el peor caso se obtiene mediante un método que comprende determinar una PSD de la FEXT en el peor caso al 99 por ciento en una línea que experimenta la perturbación desde una pluralidad de líneas perturbadoras, $\mathrm{FEXT}_{0,i}$, del siguiente modo

$$\mathrm{FEXT}_{0,i}(f) \leq \left|10 \times \log_{10}(k \times n^{0.6} \times f^2) + (-a - b\sqrt{f})\right| + 10 \times \log_{10} L_0 ,$$

donde k es una constante de acoplamiento de la FEXT, n es una cantidad de líneas perturbadoras, f es una frecuencia, a y b son parámetros de UPBO determinados por un operador, y L_0 es una longitud del bucle de la línea que experimenta la perturbación.

2. El equipo de la reivindicación 1, en el que las líneas (108) de abonado conectan una pluralidad de equipos (106) de las instalaciones del cliente, CPE, con el emplazamiento de un conmutador (102) y/o una caja terminal, en donde las líneas (108) de abonado tienen diferentes longitudes de bucle, y en donde las líneas (108) de abonado comprenden bucles relativamente más cortos y bucles relativamente más largos.

3. El equipo de la reivindicación 1, en el que la línea es una línea que experimenta la perturbación que se ve afectada por la FEXT por parte de al menos una línea perturbadora de las líneas (108) de abonado, en donde la PSD del ruido virtual referido coincide con la PSD de la FEXT.

4. El equipo de la reivindicación 3, en el que las PSD de la FEXT en las líneas (108) de abonado se equilibran utilizando una técnica de reducción de la potencia en sentido ascendente (UPBO).

5. El equipo de la reivindicación 4, en el que una unidad transceptor VDSL2 en una localización remota (VTU-R) está conectada a cualquiera de las líneas (108) de abonado y está configurada para utilizar la UPBO para equilibrar la PSD de la FEXT.

6. El equipo de la reivindicación 1, en el que una unidad transceptor VDSL2 en el extremo del operador de la línea (VTU-O) está conectada al extremo de la línea y está configurada para recibir la señal DSL y determinar una PSD del ruido virtual recibido correspondiente a la PSD del ruido virtual referido al receptor.

7. El equipo de la reivindicación 1, en el que el transmisor (522) está conectado a una base de datos de información de gestión, CO-MIB, de la central de conmutación, CO, configurada para determinar la PSD del ruido virtual de referencia.

8. Un sistema que comprende un equipo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sistema comprende, además:

al menos un procesador (502) configurado para:

obtener un límite superior para la densidad espectral de potencia, PSD, de una diafonía en el extremo lejano, FEXT, en el peor caso, para una pluralidad de líneas (108) de abonado;

obtener una PSD del ruido virtual referido al receptor a partir de la PSD de la FEXT en el peor caso para las líneas; y

determinar una carga de bits para las líneas en función del ruido virtual referido al receptor o una versión a escala del ruido virtual referido al receptor,

caracterizado por que la obtención del límite superior para la PSD de la FEXT en el peor caso comprende determinar una PSD de la FEXT en el peor caso al 99 por ciento en una línea que experimenta la perturbación desde una pluralidad de líneas perturbadoras, $\mathrm{FEXT}_{0,i}$, mediante

$$\mathrm{FEXT}_{0,i}(f) \leq \left|10 \times \log_{10}(k \times n^{0.6} \times f^2) + (-a - b\sqrt{f})\right| + 10 \times \log_{10} L_0 ,$$

donde k es una constante de acoplamiento de la FEXT, n es una cantidad de líneas perturbadoras, f es una

frecuencia, a y b son parámetros de UPBO determinados por un operador, y L_0 es una longitud del bucle de la línea que experimenta la perturbación.

9. El sistema de la reivindicación 8, en el que una PSD de la FEXT en el peor caso al 99 por ciento en la línea que experimenta la perturbación desde una línea perturbadora i se obtiene a partir de una PSD transmitida en la línea i, $\mathrm{Tx_PSD}_i$ en donde la PSD transmitida se determina mediante

$$\mathrm{Tx_PSD}_i(f) = (-a - b\sqrt{f}) - 20 \times \log_{10}|H(f, L_i)|, \qquad (3)$$

donde L_i es una longitud del bucle de la línea i, y $H(f)$ es una función de transferencia de la línea i.

10. El sistema de la reivindicación 9, en el que una PSD de la FEXT en el peor caso al 99 por ciento en la línea que experimenta la perturbación desde la línea i se determina mediante

$$\begin{aligned} \mathrm{FEXT}_{0,i}(f) &= 10 \times \log_{10}(k \times L_i \times f^2) + (-a - b\sqrt{f}) \\ &\leq 10 \times \log_{10}(k \times L_0 \times f^2) + (-a - b\sqrt{f}), \end{aligned}$$

donde L_i es menor o igual que L_0.

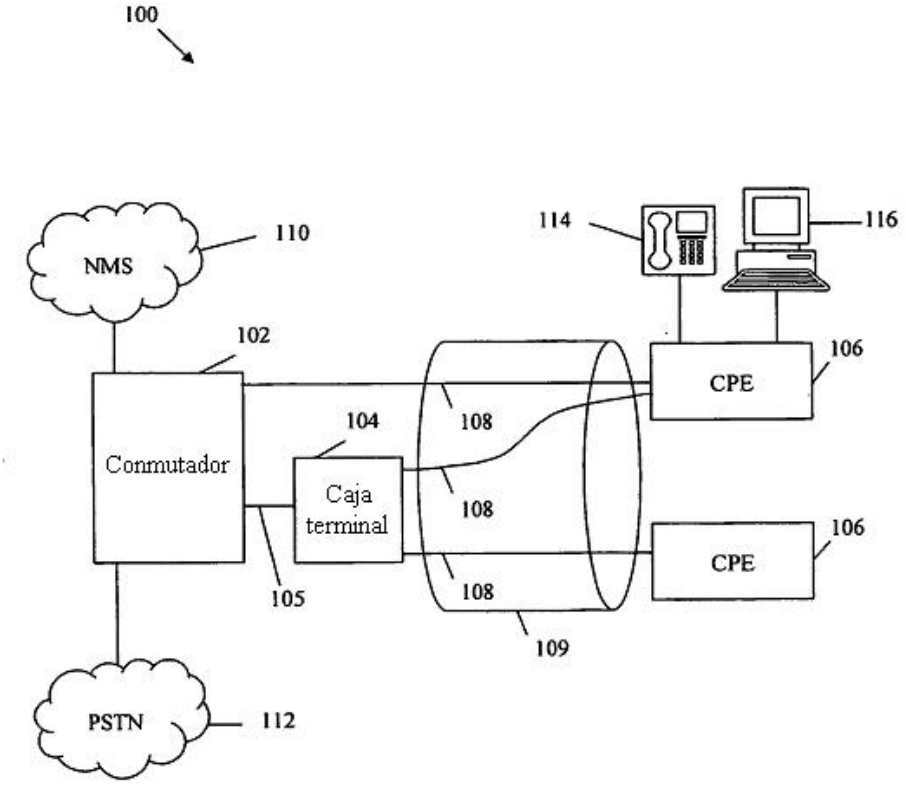
100
NMS
110
114
116
102
106
CPE
Conmutador
104
108
Caja
terminal
108
106
CPE
105
108
109
PSTN
112

FIG. 1

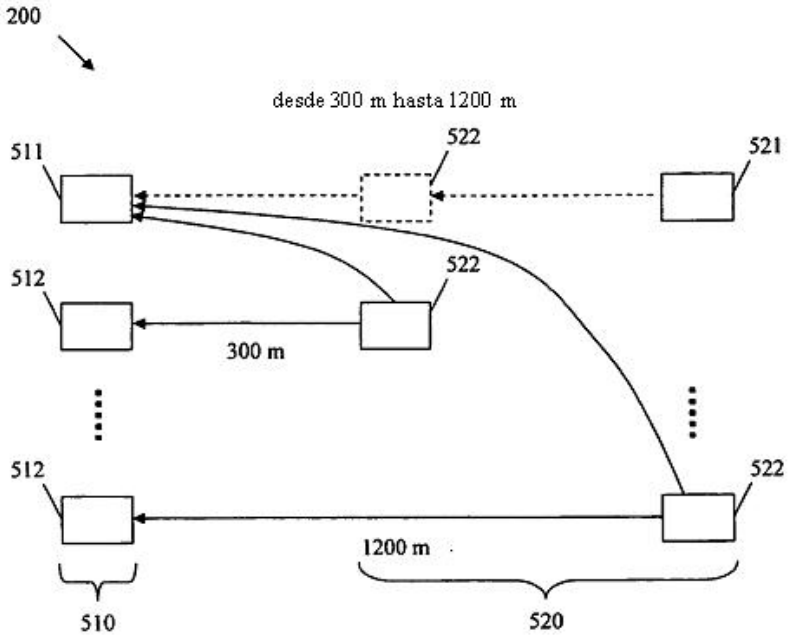
200
desde 300 m hasta 1200 m
511
522
521
512
522
300 m
512
522
1200 m
510
520

FIG. 2

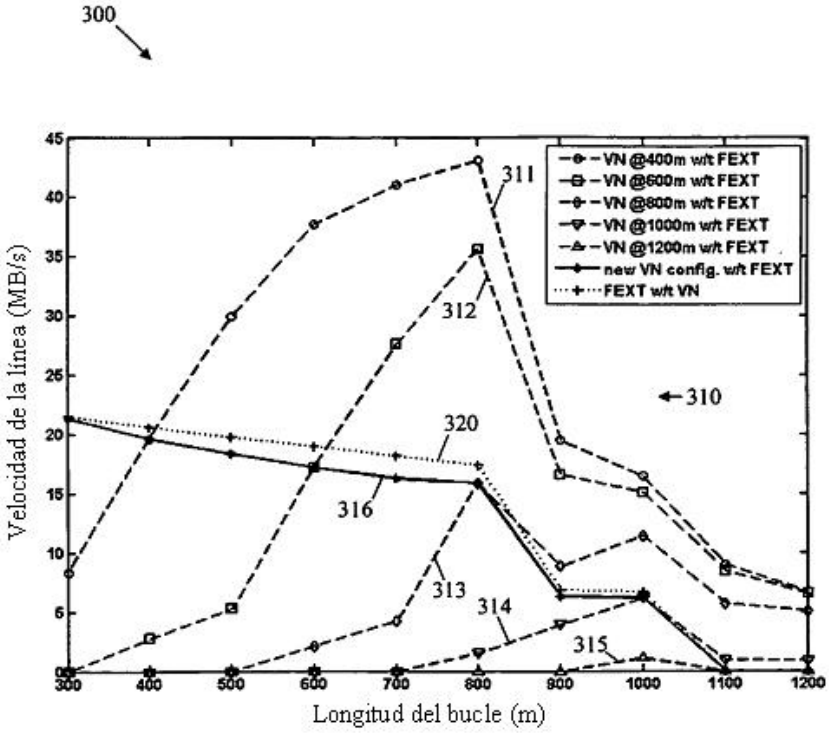
300
VN @400m w/t FEXT
VN @600m w/t FEXT
VN @800m w/t FEXT
VN @1000m w/t FEXT
VN @1200m w/t FEXT
new VN config. w/t FEXT
FEXT w/t VN
311
312
310
320
316
313
314
315
Velocidad de la línea (MB/s)
Longitud del bucle (m)
45
40
35
30
25
20
15
10
6
0
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
1200

FIG. 3

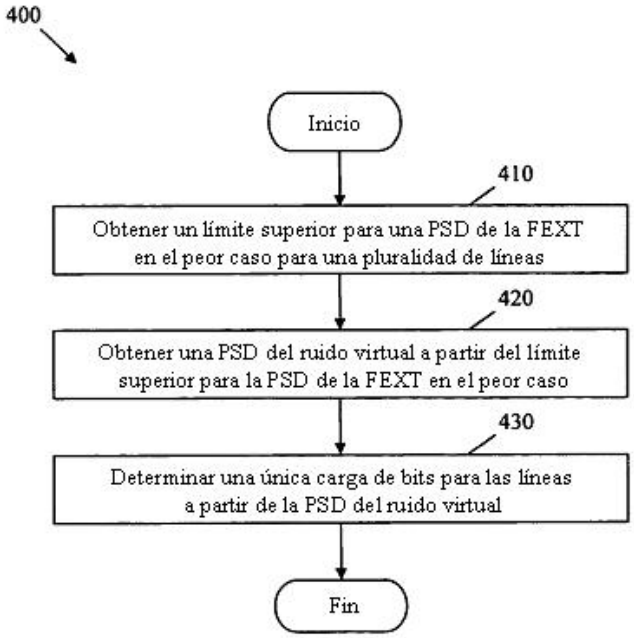
400
Inicio
410
Obtener un límite superior para una PSD de la FEXT en el peor caso para una pluralidad de líneas
420
Obtener una PSD del ruido virtual a partir del límite superior para la PSD de la FEXT en el peor caso
430
Determinar una única carga de bits para las líneas a partir de la PSD del ruido virtual
Fin

FIG. 4

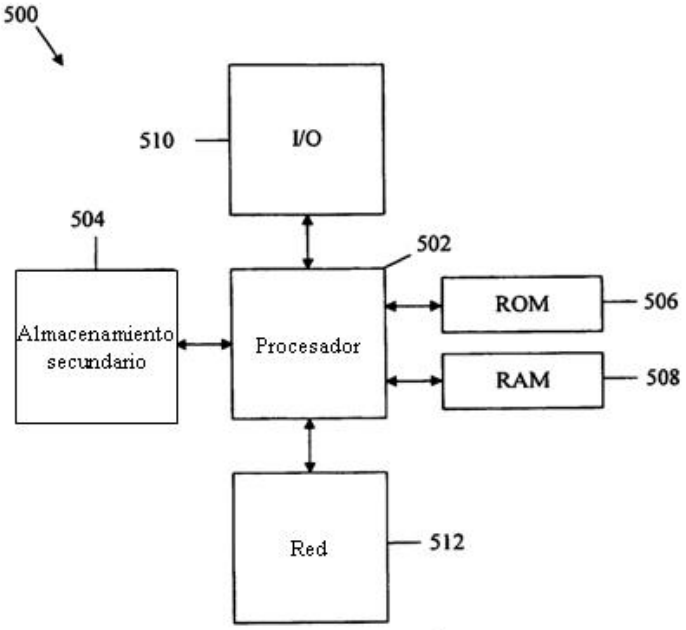
500
510
I/O
504
502
Almacenamiento secundario
Procesador
ROM
506
RAM
508
Red
512

FIG. 5