

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 711 792**

51 Int. Cl.:

**H04L 1/00** (2006.01)

**H04L 1/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.12.2013** **E 13290302 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.12.2018** **EP 2882125**

54 Título: **Método y dispositivo para configurar dinámicamente FEC o ARQ como protección de ruido de impulso en una línea de comunicación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**07.05.2019**

73 Titular/es:

**ALCATEL LUCENT (100.0%)  
Site Nokia Paris Saclay, Route de Villejust  
91620 Nozay, FR**

72 Inventor/es:

**DROOGHAAG, BENOIT y  
DARDENNE, XAVIER**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 711 792 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Método y dispositivo para configurar dinámicamente FEC o ARQ como protección de ruido de impulso en una línea de comunicación

5

**Campo de la invención**

La presente invención se refiere en general a la configuración automática de líneas de comunicación tales como líneas digitales de abonados, DSL. En el campo de DSL, esta configuración y optimización automática de líneas de comunicación también se conoce como Gestión de Línea Dinámica, DLM. Normalmente, DLM se realiza de manera central en el lado del operador de red evaluando las características de rendimiento de la capa física, PHY desde transceptores conectados a las líneas de comunicación. Basándose en esta evaluación, la línea de comunicación se reconfigura entonces actualizando los parámetros relacionados con la PHY de los transceptores.

Más particularmente la invención se refiere a la configuración de la técnica de corrección de errores aplicada en la capa física, PHY, para mitigar ruido de impulso captado por las líneas de comunicación. Una técnica de corrección de errores está basada en la corrección de errores hacia adelante combinada con intercalación, IFEC, y otra técnica está basada en la retransmisión de paquetes de datos de PHY o unidades de transmisión de datos, abreviado DTU. Cuando la PHY está configurada para usar corrección de errores basada en IFEC se denomina como que está en modo de IFEC y cuando está configurada para usar retransmisiones para corrección de errores se denomina como que está en modo de RTX.

**Antecedentes de la invención**

Las técnicas de línea digital de abonado, DSL, permiten conectar usuarios finales a la Internet o cualquier otra red de datos a través de líneas de comunicación de par trenzado tradicionales. Normalmente, las líneas de comunicación marchan desde las instalaciones del usuario a un Multiplexor de Acceso de Línea Digital de Abonado, DSLAM, donde se determina una agrupación de líneas de comunicación. El DSLAM se conecta adicionalmente a continuación a una parte troncal, por ejemplo a través de un enlace de fibra o enlace de Ethernet de alta velocidad.

Las líneas DSL son susceptibles a degradación de ruido de las señales de comunicación en la línea dando como resultado un caudal de datos neto inferior factible a través de la línea de DSL. Se consideran dos tipos de ruido, ruido estacionario y ruido de impulso.

El ruido estacionario toma la forma de un fondo de ruido constante o que varía lentamente y se provoca principalmente por diafonía captada de líneas vecinas desde la agrupación. La consecuencia de ruido estacionario es que limita la tasa a la que una línea puede sincronizar. Se han desarrollado técnicas tales como vectorización para mitigar el impacto de ruido estacionario y aumentar la tasa de datos conseguida.

El ruido de impulso o IN por otra parte consiste en ráfagas cortas de ruido que tienen una duración relativamente corta pero una alta amplitud que da como resultado una pérdida total de la señal de comunicación real. Estas ráfagas de ruido pueden tener lugar ya sea aleatoriamente en tiempo como un SHINE, Evento de Ruido de Alto Impulso Único, o ser repetitivas y seguir un patrón regular como REIN, Ruido de Impulso Repetitivo. Una fuente típica de SHINE es el encendido o apagado de electrodomésticos en las cercanías de un módem. REIN por otra parte se provoca normalmente por interferencia eléctrica desde un dispositivo eléctrico en funcionamiento. La frecuencia de aparición entonces corresponde a un múltiplo de la frecuencia de operación de la red de electricidad, por ejemplo 50 Hz o 60 Hz. La pérdida de datos provocada por el ruido de impulso puede mitigarse por mecanismos de protección de ruido de impulso, INP.

Un primer mecanismo de INP es usar una combinación de corrección de errores hacia adelante, FEC, e intercalación indicada como protección de ruido de impulso de IFEC. En DSL, la IFEC se implementa normalmente por un codificador Reed-Solomon (RS) y un intercalador de datos que extiende la ráfaga de errores desde el ruido de impulso a través de varias palabras de código del codificador de RS. Sin embargo, una desventaja de los mecanismos de IFEC es que este tipo de INP está consumiendo ancho de banda de manera constante ya que se introduce redundancia a todos los datos incluso cuando no está presente ruido de impulso.

Un segundo mecanismo de INP está basado en retransmisiones de datos que estaban corruptos por ruido de impulso. Estas retransmisiones se encuentran en la capa física o PHY donde se retransmite una Unidad de Transmisión de Datos, DTU, cuando están corruptas. Una implementación para esta técnica para proveedores de servicio de DSL se describe bajo la norma ITU-T G.998.4 y también se denomina como G.INP, RTX, o ARQ (Consulta de Repetición Automática).

Una de las grandes ventajas de RTX frente a IFEC radica en el hecho de que la sobrecarga de tasa de bits necesaria para retransmisión de datos se usa únicamente cuando es necesario, es decir únicamente cuando es necesaria una retransmisión de datos. Como resultado, cuando hay poco ruido de impulso y, por lo tanto, no se requieren retransmisiones, no se introduce sobrecarga y la tasa de datos neta completa está disponible para tráfico

de usuario.

Ya que RTX únicamente consume ancho de banda cuando es necesario, es el mecanismo de INP ideal en la mayoría de los casos. Sin embargo, en algunos entornos de ruido específicos, RTX no funciona muy bien ya que no puede corregir todos los errores de transmisión mientras aún está consumiendo una gran cantidad de ancho de banda. Además, en algunos de estos casos, IFEC puede ser mucho más eficaz y exitoso al corregir la mayoría o todos los errores mientras consume menos ancho de banda que RTX.

La publicación US2003126238A1 desvela un sistema de comunicaciones de datos para cambiar dinámicamente el procesamiento de errores entre una función de ARQ y una función de FEC de acuerdo con el estado de red, posibilitando de esta manera reproducción de datos de alta calidad. En transmisión de paquetes, se realiza control de corrección de errores basándose en el estado de la red monitorizado por una unidad de monitorización de red. El modo de control de error se conmuta entre control de error basado en FEC y control de error basado en ARQ de acuerdo con la tasa de error y/o retardo de transmisión, y se realiza transmisión de paquetes. Si el retardo de transmisión es corto, se selecciona corrección de errores basada en ARQ. Si el retardo de transmisión es largo, se selecciona corrección de error no basada en ARQ, sino en FEC. Puede conseguirse tal control de corrección de error dinámico.

La publicación EP1507369A1 desvela un método de procesamiento de información que permite que sea conocido el estado de red bidireccional. Una unidad de análisis de paquetes de RTCP analiza un paquete de RTCP en un informe de receptor RR recibido a través de un puerto de RTCP desde un terminal de usuario a través de una red. Basándose en un número de secuencia de RTCP obtenido desde el paquete de RTCP analizado, una unidad de detección de pérdida de paquetes calcula una tasa de pérdida de paquetes con respecto al terminal de usuario en la red. Una unidad de creación de paquete de RTCP fija la tasa de pérdida de paquetes calculada a un informe de emisor y transmite el informe de emisor a intervalos de tiempo predeterminados al terminal de usuario a través de la red. En el caso de tasa de errores muy baja, se desconecta el control de error en la capa de RTP/RTCP, en el caso de tasa de errores baja, se selecciona ARQ y en el caso tasa de errores alta, se selecciona FEC.

La publicación JP2002009883 desvela un método para conmutar entre FEC o ARQ de acuerdo con una comparación entre la tasa de errores medida / caudal de datos y un umbral predeterminado. Si se selecciona FEC, existe una posibilidad de conmutar de vuelta a ARQ y de manera recíproca.

La publicación de patente US6182264B1 desvela un sistema en el que, en caso de buenas condiciones de canal (tasa de errores baja, buena calidad de señal), únicamente se selecciona CRC como mecanismo de control de errores. En caso de condiciones de canal peores, se selecciona FEC y en caso de condiciones de canal malas, se seleccionan FEC y ARQ.

La publicación EP2369781A1 desvela una unidad de transceptor para operar un canal de comunicación. La unidad de transceptor está adaptada para operar el canal de comunicación en un primer modo de operación de referencia-potencia, para configurar el control de error a través del canal de comunicación de acuerdo con una primera calidad de servicio QoS requerida y una primera tasa de datos nominal conseguible a través del canal de comunicación durante el primer modo de operación, y para conmutar la operación del canal de comunicación desde el primer modo de operación a un segundo modo de operación de baja potencia, en el que la unidad de transceptor está adaptada adicionalmente para ajustar el control de error a través del canal de comunicación de manera concomitante con la entrada en el segundo modo de operación, haciéndose el ajuste de acuerdo con una segunda QoS requerida; y una segunda tasa de datos reducida conseguible a través del canal de comunicación durante el segundo modo de operación.

### Sumario de la invención

Es un objetivo de la invención atenuar las desventajas de la técnica anterior y ofrecer una solución que seleccione un mecanismo de INP óptimo en todas las circunstancias. Esto se consigue, en un primer aspecto, por un método para configurar Protección de ruido de impulso, INP, en una línea de comunicación en una capa física, PHY, que comprende las siguientes etapas:

- configurar PHY para usar un modo de RTC usando retransmisiones para INP;
- monitorizar un rendimiento en este modo de RTX;
- reconfigurar PHY para usar un modo de IFEC usando corrección de errores hacia adelante e intercalar para INP si el rendimiento en este modo de RTX está por debajo de un cierto umbral;
- monitorizar un rendimiento en el modo de IFEC;
- reconfigurar PHY de vuelta al modo de RTX si el rendimiento en este modo de IFEC está por debajo del rendimiento en el modo de RTX

y en el que:

- el rendimiento en el modo de RTX está relacionado con un primer tiempo medio entre errores de retransmisión,

primer MTBE; y en el que la reconfiguración de PHY para usar el modo de IFEC se realiza únicamente cuando el primer MTBE está por debajo de un MTBE umbral predeterminado; el rendimiento en dicho modo de IFEC está relacionado con un segundo MTBE; y en el que la reconfiguración de PHY de vuelta al modo de RTX se realiza cuando el segundo MTBE en el modo de IFEC está por debajo del primer MTBE.

5 Esta línea de comunicación puede ser una línea de DSL que conecta, por ejemplo, un módem en unas instalaciones del usuario con un DSLAM. La línea de comunicación está configurada para usar cualquier modo de IFEC o RTX. Mediante esta configuración, los transceptores en ambos extremos de la línea de comunicación están reconfigurados para usar estos modos. Esta configuración puede ser, por ejemplo, parte de Gestión de Línea Dinámica mediante la cual el operador de red que gestiona la línea de comunicación aplica remotamente la configuración al DSLAM responsable de la configuración adicional de la línea, es decir la configuración del mismo DSLAM y el módem en el lado de CPE. El rendimiento se mide a continuación en la capa PHY en los transceptores y puede aplicarse la reconfiguración después de recibir el rendimiento monitorizado y detectar que el rendimiento ha caído por debajo de un cierto umbral o valor mínimo.

15 Es una ventaja que la línea de comunicación esté reconfigurada de acuerdo con el mejor rendimiento y, por lo tanto, la línea de comunicación pueda entregar una tasa de datos superior o mejor calidad de servicio, QoS, al usuario.

20 El rendimiento por lo tanto se monitoriza adicionalmente después de la reconfiguración. Ya que el método es empírico, la reconfiguración desde modo de RTX a IFEC puede dar como resultado realmente un rendimiento inferior. Es por lo tanto una ventaja que se seleccione siempre el mejor modo de realización, también si el mejor modo de realización fuera el modo de RTX.

25 Con un error en MTBE se pretende significar que un paquete de datos de PHY o DTU estaba corrupto y no podría corregirse por una retransmisión. Esto puede ocurrir, por ejemplo, si se alcanza el número máximo de retransmisiones permitidas en modo de RTX. Un error de este tipo también se denomina como una violación de código, CV. El MTBE es entonces el tiempo medio entre CV sucesivas dentro de un intervalo de tiempo monitorizado. El MTBE es un buen indicador del rendimiento de RTX ya que cada CV indica un fallo del modo de RTX. Cuando tiene lugar una CV en la capa PHY, el error tendrá que corregirse en una capa de red superior, por ejemplo en la capa de TCP. La capa PHY por lo tanto rastreará las CV - que es el caso en la mayoría de las implementaciones de DSL - y las informará. Si el MTBE cae por debajo de un MTBE mínimo y, por lo tanto, MTBE umbral predeterminado de esta manera, se realizará la reconfiguración al modo de IFEC.

35 De manera similar a las CV en modo de RTX, la capa PHY también registra las CV en modo de IFEC. Por lo tanto, un MTBE también está disponible en modo de IFEC. El MTBE por lo tanto proporciona una manera fácil y sencilla de evaluar si el modo de IFEC rinde de manera eficaz mejor que el modo de RTX.

40 No únicamente se tienen en cuenta las violaciones de código por lo tanto, si no también posibles retransmisiones hechas en la capa superior debido a las DTU corruptas no corregidas. Por ejemplo, una DTU corrupta puede provocar una retransmisión en la capa de TCP de la pila de protocolo, generando también sobrecarga y reduciendo por lo tanto el caudal real en la línea de comunicación. La sobrecarga generada en la capa PHY y en la capa de aplicación se combina de esta manera en la sobrecarga de comunicación. Si esta sobrecarga de comunicación es mayor que una sobrecarga de comunicación predefinida, se hace la reconfiguración al modo de IFEC.

45 Es una ventaja que el impacto de errores de transmisión se verifique de manera precisa teniendo en cuenta la retransmisión en la capa de aplicación superior ya que esto dará como resultado decisiones más satisfactorias para reconfigurar el modo de PHY a IFEC y por lo tanto entregar una QoS superior al usuario.

50 En otras palabras, para determinar si el modo de IFEC rinde mejor que modo de RTC únicamente se consideran las violaciones de código, es decir los errores de transmisión en la capa PHY. Siempre que haya aún violaciones de código, la capa PHY se configura de vuelta al modo de RTX.

Más ventajosamente, la reconfiguración puede comprender adicionalmente:

- 55 - elegir parámetros relacionados con el modo de IFEC de manera que la sobrecarga inducida por el modo de IFEC dependa de una sobrecarga observada en el modo de RTX.

60 La sobrecarga real en modo de RTX es bien conocida ya que la cantidad de retransmisiones puede monitorizarse en la PHY como es normalmente el caso en aplicaciones de DSL. La sobrecarga en modo de IFEC está fijada como para la tasa de codificación de la codificación de FEC que es un parámetro elegido en el momento de configuración. Por lo tanto, la tasa de codificación del modo de FEC, y por lo tanto la sobrecarga por el modo de IFEC, pueden seleccionarse de manera que es más cercana a la sobrecarga monitorizada durante el modo de RTX.

65 Es una ventaja que el rendimiento medido en modo de IFEC se medirá para la misma sobrecarga de codificación que permite una comparación precisa entre los dos modos. De hecho, si se seleccionara un modo de IFEC con sobrecarga mayor, podría provocarse en este modo un mejor rendimiento por la mayor tasa de codificación y no por

el mejor rendimiento intrínseco de la IFEC en sí misma.

Después de que se ha configurado la línea de comunicación al modo IFEC, el método puede comprender adicionalmente:

- 5
- optimizar adicionalmente los parámetros relacionados con el modo de IFEC.

10 Por lo tanto, para comparar el rendimiento en modo de IFEC con el rendimiento en modo de RTX se eligieron los parámetros relacionados con el modo de IFEC de manera que la sobrecarga estaba cercana a la sobrecarga en modo de RTX. Cuando se decide permanecer en modo de IFEC, estos parámetros se optimizan adicionalmente. Es por lo tanto una ventaja que el rendimiento en modo de IFEC pueda incluso mejorarse en comparación con el rendimiento en modo de RTX.

15 Opcionalmente para las realizaciones anteriores, la reconfiguración se realiza únicamente cuando el modo de IFEC puede corregir un número mínimo de símbolos de Multi-Tono Discreto erróneos consecutivos, enviados a través de la línea de comunicación.

20 En otras palabras, antes de reconfigurar al modo de IFEC se determina si el modo de IFEC con los parámetros que dan como resultado una sobrecarga similar que el modo de RTX pueden rendir realmente según se requiere mínimamente, es decir si corrige este número mínimo de símbolos de DMT erróneos consecutivos. La capacidad para corregir este número de símbolos depende de estos parámetros pero también de un retardo permisible máximo para la intercalación que es un valor preestablecido determinado por la QoS requerida.

25 Es una ventaja que la reconfiguración innecesaria al modo de IFEC pueda evitarse determinando teóricamente el rendimiento de la IFEC cuando se aplican los parámetros provocando la misma cantidad de sobrecarga que en modo de RTX.

30 En un segundo aspecto, la invención se refiere a un producto de programa informático que comprende instrucciones ejecutables por ordenador para realizar el método de acuerdo con el primer aspecto cuando el programa se ejecuta en un ordenador.

En un tercer aspecto, la invención también se refiere a un medio de almacenamiento legible por ordenador que comprende el producto de programa informático de acuerdo con el segundo aspecto.

35 En un cuarto aspecto, la invención se refiere un sistema de procesamiento de datos programado para llevar a cabo el método de acuerdo con el primer aspecto.

40 La invención también se refiere, en un quinto aspecto, a un dispositivo de Gestión de Línea Dinámica, DLM, para configurar Protección de ruido de impulso, INP, en una línea de comunicación en una capa física, PHY; dicho dispositivo de DLM estando configurado adicionalmente para:

- 45
- configurar dicha PHY para usar un modo de RTC usando retransmisiones para INP;
  - monitorizar un rendimiento en dicho modo de RTX;
  - reconfigurar dicha PHY para usar un modo de IFEC usando corrección de errores hacia adelante e intercalar para INP si dicho rendimiento en dicho modo de RTX está por debajo un cierto umbral;
  - monitorizar un rendimiento en dicho modo de IFEC;
  - reconfigurar dicha PHY de vuelta a dicho modo de RTX si dicho rendimiento en dicho modo de IFEC está por debajo de dicho rendimiento en dicho modo de RTX

50 en el que:

- 55
- dicho rendimiento en dicho modo de RTX está relacionado con un primer tiempo medio entre errores de transmisión, primer MTBE; y en el que dicha reconfiguración de dicha PHY para usar dicho modo de IFEC se realiza únicamente cuando dicho primer MTBE está por debajo de un MTBE umbral predeterminado; dicho rendimiento en dicho modo de IFEC está relacionado con un segundo MTBE; y en el que dicha reconfiguración de dicha PHY de vuelta a dicho modo de RTX se realiza cuando dicho segundo MTBE en dicho modo de IFEC está por debajo de dicho primer MTBE.

## Definiciones

60 La siguiente descripción y realizaciones se entenderán mejor a la luz de las siguientes definiciones. La mayoría de estas definiciones definen términos que se usan comúnmente en el campo de líneas de comunicación de DSL o en el campo más amplio de las telecomunicaciones.

65 Tasa de datos neta, NDR, es la tasa de bits total disponible en una línea de comunicación en la capa PHY cuando no tienen lugar retransmisiones. En el caso de una línea de DSL, es la tasa de datos a la que está sincronizada la

línea.

5 Caudal sin errores, EFTR, es la tasa de datos real disponible para tráfico de usuario. Consiste en la NDR menos la sobrecarga necesaria para retransmisiones. Cuando no tiene lugar la retransmisión, el EFTR equivale a la NDR. El EFTR es variable, dependiendo de condiciones de ruido de impulso.

10 minINP\_SHINE es un parámetro de configuración que describe el número esperado de símbolos de Multi-Tono Discreto, DMT, que podrían verse afectados por eventos SHINE, es decir una ráfaga aislada de ruido de impulso. Describe también entonces el nivel mínimo de protección de ruido de impulso (INP) contra eventos SHINE, requerido para transmisión sin errores en las condiciones de ruido esperadas.

15 minINP\_REIN es un parámetro de configuración que describe el número esperado de símbolos de DMT consecutivos que podrían verse afectados por REIN, es decir ruido de impulso que tiene lugar a una tasa dada. En una configuración de DSL típica, esta tasa puede configurarse a través del parámetro IAT\_REIN, tiempo inter-llegada para REIN, y normalmente corresponde a 100 Hz en Europa y 120 Hz en América del Norte. minINP\_REIN entonces también describe el nivel mínimo de INP frente a REIN, requerido para transmisión sin errores en las condiciones de ruido esperadas.

20 Shineratio es un parámetro que describe la cantidad de sobrecarga que se espera que sea necesaria para retransmisión de DTU corruptas que se han visto afectadas por SHINE. Esta relación se proporciona como un porcentaje del NDR y puede estar configurada entre el 0,1 % y el 10 %.

25 La sobrecarga de retransmisión esperada, RTX\_OH, es la porción de la NDR que se usa para retransmisión de DTU corruptas, y que por lo tanto no está disponible para tráfico de usuario. A partir de la norma G.INP, la sobrecarga de retransmisión esperada se calcula como sigue:

$$\text{RTX\_OH} = \text{SHINE\_OH} + \text{REIN\_OH} + \text{STAT\_OH}$$

30 La sobrecarga SHINE\_OH, SHINE, es la sobrecarga esperada necesaria para mitigar eventos SHINE y corresponde a la Shineratio.

35 La sobrecarga de REIN, REIN\_OH, es la sobrecarga esperada necesaria para mitigar eventos REIN y puede aproximarse a partir de minINP\_REIN. Si se supone una tasa de símbolo de datos de 4000 símbolos por segundo, la REIN\_OH puede aproximarse por:

$$\text{REIN\_OH} \approx (\text{minINP\_REIN} / 40) + \alpha$$

40 Donde  $\alpha$  es una cantidad desconocida a priori, que varía del 1,25 % al 10 % y que depende de parámetros de alineación de tramas.

La sobrecarga estática, STAT\_OH, es la sobrecarga esperada necesaria para mitigar ruido estacionario. En normas de DSL se supone que es  $1 \cdot 10^{-4}$ .

45 Caudal esperado, ETR, es un parámetro que se calcula durante sincronización de una línea de comunicación y representa el EFTR que se obtendría si las condiciones de ruido requirieran exactamente la cantidad esperada de sobrecarga, según se calcula a partir de Shineratio y minINP\_REIN configuradas y a partir de la RTX\_OH. Se calcula por lo tanto como sigue:

$$\text{ETR} = (1 - \text{RTX\_OH}) * \text{NDR}.$$

50 Por lo tanto, si la cantidad real de sobrecarga necesaria para retransmisiones es menor que lo que se esperaba entonces se aplica la siguiente condición:

$$\text{NDR} \geq \text{EFTR} > \text{ETR}$$

55 Si la cantidad real de sobrecarga necesaria para retransmisiones es exactamente lo que se esperaba, se aplica la siguiente condición:

$$\text{NDR} > \text{EFTR} = \text{ETR}.$$

60 Si la cantidad real de sobrecarga necesaria para retransmisiones es superior que lo que se esperaba, se aplica la siguiente condición:

$$\text{NDR} > \text{ETR} > \text{EFTR}.$$

65 En otras palabras, el ETR es una estimación del EFTR calculado durante sincronización de una línea de

comunicación basándose en la suposición de que las condiciones de ruido configuradas definidas por Shineratio y minINP\_REIN corresponden exactamente al ruido observado. Sin embargo, las condiciones de ruido exactas nunca son conocidas a priori por los operadores de la red responsables de la configuración de la línea de comunicación y por lo tanto, el ETR puede sobrestimarse significativamente en caso de que las condiciones de ruido se subestimen o puede subestimarse significativamente en caso de que las condiciones de ruido se sobreestimen.

minEFTR, EFTR mínimo, es un parámetro que informa el EFTR mínimo observado durante un intervalo de observación dado que puede ser, por ejemplo, 15 minutos, 1 hora o 1 día. El EFTR considerado para obtener el minEFTR es el valor promediado durante una ventana de 1 segundo.

EFbits, bits sin errores, es la cantidad de bits que se enviaron a través de una línea de comunicación sin errores durante un cierto intervalo de tiempo. Dividiendo esta cantidad de bits por la duración del respectivo intervalo de tiempo, se obtiene una estimación del EFTR promedio sobre este intervalo.

### Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 ilustra una red de acceso de datos que comprende un dispositivo de Gestión de Línea Dinámico;

La Figura 2 ilustra el caudal y rendimiento de error en una línea de DSL;

La Figura 3 ilustra un diagrama de flujo para configurar protección de ruido de impulso en una línea de comunicación de acuerdo con una realización de la invención;

La Figura 4 ilustra un diagrama de flujo para configurar protección de ruido de impulso en una línea de comunicación de acuerdo con otra realización de la invención.

### Descripción detallada de la realización o realizaciones

La Figura 1 ilustra una topología de red de una red de acceso de datos que proporciona acceso de datos a través de la tecnología de Línea Digital de Abonado, DSL. El equipo de las instalaciones de cliente o CPE 200 está conectado a través de un par trenzado tal como, por ejemplo, una línea de telefonía de cobre trenzado, a un Multiplexor de Acceso de Línea Digital de Abonado, DSLAM, 201. Este DSLAM 201 modula y demodula datos que se envían y reciben a través de las líneas de DSL 203. En el otro lado, también multiplexa estos datos a través de un enlace troncal 204 a la Oficina Central, CO, del operador de red 206. Este enlace troncal 204 es normalmente un enlace de datos de alta velocidad tal como un enlace óptico o enlace de Ethernet de alta velocidad.

Para gestionar la configuración de la línea de DSL 203 un dispositivo 205 está instalado en la CO 206 para realizar Gestión de Línea Dinámica, DLM. Durante la operación, el DSLAM 201 y el CPE 200 envían datos de rendimiento al dispositivo de DLM 205. A continuación, a intervalos de tiempo regulares, el dispositivo de DLM 205 reconfigura las líneas de DSL para mejorar el rendimiento de las líneas de DSL 203. Estos intervalos de tiempo pueden variar de varias horas a varios días equilibrando el rendimiento mejorado con la conexión de datos perdidos durante la reconfiguración para el CPE 200 y por lo tanto el cliente del operador de red.

Cuando se reconfigura una línea de comunicación 203, el dispositivo de DLM 205 puede reconfigurar los parámetros de la capa física, PHY, de los transceptores conectados a la línea, es decir los transceptores en el DSLAM 201 y los transceptores en el CPE 200. Un conjunto de parámetros de PHY y características de rendimiento están relacionados con la codificación de errores o corrección de errores de los datos. Una manera de corrección de errores es configurar la línea 203, es decir los transceptores conectados a una línea 203, para usar retransmisión de DTU enviadas a través de la línea. Esta técnica se describe en la norma ITU-T G.998.4 para líneas de DSL y también se denomina como Consulta de Repetición Automática, ARQ, como G.INP o como modo de RTX. Otra manera o corrección de errores es configurar la línea 203 para usar corrección de errores hacia adelante combinada con intercalación también denominado como modo de IFEC. Una técnica de corrección de errores hacia adelante usada en líneas de DSL está basada en códigos de corrección de errores cíclicos, más particularmente en códigos de Reed-Solomon.

La Figura 2 muestra características de rendimiento de una línea de comunicación de VDSL2 203 obtenida por un dispositivo de DLM 205. La línea monitorizada 203 tiene una longitud de 400 metros y, como se indica por el eje X, la línea se configura en primer lugar en modo de RTX durante 30 minutos y a continuación se reconfigura al modo de IFEC durante otros 30 minutos. El primer gráfico, es decir el gráfico a), presenta el EFTR 300 en kilobits por segundo, kbps, como una función del tiempo. Mientras que en modo de RTX, el EFTR, que se promedia sobre periodos de 20 segundos en este gráfico, se evalúa cada 20 segundos a partir de los bits sin errores. Este EFTR promedio varía entre aproximadamente 33 Megabits por segundo o Mbps y 36 Mbps, dependiendo de las condiciones de ruido. Por la presente, 36 Mbps es el límite superior y corresponde a la NDR en modo de RTX. El gráfico a) también muestra el EFTR mínimo 301, es decir el valor mínimo de el EFTR promediado sobre 1 segundo durante un intervalo de tiempo de 15 minutos. Aunque el EFTR 300 promediado sobre periodos de 20 segundos está siempre por encima de 33 Mbps, el EFTR mínimo 301 cae regularmente tan bajo como 10 Mbps. En otras

palabras, de manera regular, más del 65 % del ancho de banda disponible se usa para retransmisiones durante un segundo completo, dejando únicamente aproximadamente un tercio de la tasa de datos neta, NDR, para tráfico de usuario real. Dejando de manera regular tan poco ancho de banda para las capas de aplicación para al menos un segundo completo tiene un impacto en la calidad de servicio, QoS.

Por otra parte, después de estar reconfigurado al modo IFEC, el EFTR 300 es constante a 37 Mbps que corresponde a la NDR en modo de IFEC. Por lo tanto, la tasa de datos disponible es superior en modo de IFEC que en RTX, alrededor del 10 % superior de media. Además, el EFTR mínimo 301 nunca cae a tales niveles bajos como en modo de RTX. Por lo tanto, en el caso ilustrado por la Figura 2 el modo de IFEC rinde mejor el modo de RTX.

El gráfico b) de la Figura 2 ilustra la cantidad de violaciones de código, CV, recibidas y por lo tanto la cantidad de DTU corruptas recibidas y no corregidas por la capa PHY. Debido al límite superior en la cantidad de retransmisiones que pueden aplicarse para una unidad de datos, no todas las unidades de datos corruptas se retransmitieron en modo de RTX dando como resultado las CV en modo de RTX. Dependiendo de las capas de comunicación superior, los datos corruptos pueden aún retransmitirse. Por ejemplo, si se usa una capa de aplicación de TCP, los datos corruptos se retransmitirán allí. Esto, sin embargo, reducirá adicionalmente el caudal de datos eficaz. En modo de IFEC por otra parte, no quedan errores de transmisión, CV, es decir todas las unidades de datos corruptas se corrigen por el decodificador de FEC.

La Figura 3 ilustra un diagrama de flujo de la funcionalidad implementada en el dispositivo de DLM 205 que permite identificar el caso ilustrado por la Figura 2 y reconfigurando de esta manera una comunicación desde el modo de RTX al modo de IFEC.

En una primera etapa 100, el dispositivo de DLM 205 configura una línea de comunicación 203 en modo de RTX. A continuación, en una etapa 101, la línea de comunicación se monitoriza para un cierto intervalo de tiempo. Después de este intervalo, en una etapa 102, se determina si este rendimiento es como se esperaba, es decir si es mejor que un cierto umbral predefinido o determinado. A continuación, si el rendimiento está por debajo del umbral, la línea de comunicación se reconfigura para usar el modo de IFEC para corrección de errores en una etapa 103. Cuando está en este modo de IFEC, el rendimiento de la línea de comunicación se monitoriza de nuevo para un cierto periodo de tiempo en una etapa 104. Después de este intervalo de tiempo, el rendimiento monitorizado en modo de RTX que era el activador para reconfigurar el modo de IFEC se compara con el rendimiento monitorizado en modo de IFEC en una etapa 105. Si el rendimiento no se ha mejorado, el dispositivo de DLM 205 reconfigura la línea de comunicación 203 de vuelta al modo de RTX. Si se ha mejorado el rendimiento, la línea de comunicación se mantiene en modo de IFEC y el dispositivo de DLM 205 mantiene la monitorización del rendimiento en modo de IFEC de acuerdo con la etapa 104.

Opcionalmente después de decidir permanecer en modo de IFEC en la etapa 105, los parámetros del modo de IFEC pueden optimizarse adicionalmente para mejorar adicionalmente el rendimiento.

De acuerdo con una realización de la invención, el rendimiento se monitoriza por el Tiempo Medio entre Error, MTBE, es decir el tiempo medio entre apariciones de un error o violación de código. Esto se ilustra mediante la Figura 4 que detalla adicionalmente las etapas de la Figura 3 de acuerdo con esta realización. En la misma, la etapa 401 monitoriza el MTBE y comprueba en la etapa 410 si:

$$MTBE < \min MTBE$$

mediante el cual  $\min MTBE$  es un MTBE mínimo preconfigurado usado como un umbral.

En caso afirmativo, se decide que el modo de RTX no está rindiendo lo suficientemente bien y se determinan los parámetros para el modo de IFEC. Estos se determinan a partir de la siguiente fórmula calculando la sobrecarga de datos inducidos provocada por el mecanismo de corrección de IFEC:

$$OH_{IFEC} = \frac{INP}{2 * Retardo}$$

- $OH_{IFEC}$  es la sobrecarga de datos inducidos provocada por el mecanismo de corrección de IFEC;
- $INP$  es el nivel de protección de ruido de impulso que significa el número de símbolos de DMT erróneos consecutivos que el modo de IFEC debería poder corregir;
- $Retardo$  es el retardo máximo permitido para el intercalador.

El retardo es un parámetro fijado determinado por el operador de red y que depende del tipo de servicio ofrecido a través de la línea de comunicación. El otro parámetro que determina el modo de IFEC es entonces el nivel de INP y se calcula como sigue:

$$INP = 2 * Retardo * OH_{IFEC} = 2 * Retardo * OH_{RTX}$$

El parámetro de INP IFEC por lo tanto se elige de manera que la sobrecarga  $OH_{IFEC}$  en modo de IFEC depende de la sobrecarga  $OH_{RTX}$  en modo de RTX. La sobrecarga en el modo de RTX se deriva de esta manera a partir del Caudal Sin Errores monitorizado, EFTR, y la tasa de datos neta, NDR:

$$OH_{RTX} = 1 - \frac{EFTR}{NDR}$$

Opcionalmente, de acuerdo con la etapa 411 puede verificarse si el nivel de INP calculado es mayor que un nivel de INP mínimo predefinido,  $minINP$ . Este  $minINP$  puede a continuación determinarse por el operador de red.

Si el MTBE está por debajo de un  $minMTBE$  de acuerdo con la etapa 410 y si, opcionalmente, el nivel de INP calculado para el modo de IFEC es mayor que un  $minINP$  predefinido de acuerdo con la etapa 411, entonces el dispositivo de DLM 205 continúa a la etapa 103 y la línea de comunicación se reconfigura al modo de IFEC de acuerdo con el parámetro de INP y retardo. En la etapa 404, el rendimiento en modo de IFEC se monitoriza monitorizando el MTBE en modo de IFEC. En la etapa 405, se comprueba a continuación si:

$$MTBE_{IFEC} > MTBE_{RTX}$$

mediante lo cual

$MTBE_{IFEC}$  es el MTBE en modo de IFEC;  
 $MTBE_{RTX}$  es el MTBE en modo de RTX.

Si esto se cumple, el modo de IFEC rinde mejor que el modo de RTX y se decide permanecer en modo de IFEC. Si esta condición es falsa, el modo de IFEC no rinde mejor que el modo de RTX y se decide reconfigurar la línea de comunicación de vuelta al modo de RTX continuando a la etapa 100.

Opcionalmente, también puede optimizarse en este punto el nivel de INP adicionalmente en la etapa 106 para mejorar el rendimiento, es decir para minimizar el MTBE adicionalmente. Esto puede ser beneficioso ya que el nivel de INP se eligió inicialmente para proporcionar la misma sobrecarga que en el modo de RTX. Por lo tanto, el nivel de INP puede aún reducirse adicionalmente siempre que sea mayor que el  $minINP$  y siempre que se mantenga la condición bajo la etapa 405.

Las realizaciones anteriores se han descrito usando un dispositivo de DLM 205 para configurar las líneas de comunicación 203. Este dispositivo puede ser un servidor o grupo de servidores mediante el cual la funcionalidad ilustrada por la Figura 3, 4 y 5 se ejecuta como un servicio en este servidor o servidores. La funcionalidad puede a continuación proporcionarse como código de software que se compila y se ejecuta en uno o más procesadores comprendidos en el dispositivo de DLM 205. Se prefiere que el dispositivo de DLM 205 esté localizado en la oficina central 206 ya que esta localización central posibilita la gestión de todas las líneas de comunicación 203 operadas por la oficina central 206, es decir por el operador de red. Sin embargo, también es posible localizar el dispositivo de DLM 205 en otras localizaciones, por ejemplo cerca del DSLAM o incluso embeberlo como un servicio adicional dentro de un único DSLAM gestionando de esta manera únicamente las líneas de comunicación conectadas a este único DSLAM.

Aunque la presente invención se ha ilustrado por referencia a realizaciones específicas, será evidente para los expertos en la materia que la invención no está limitada a los detalles de las realizaciones ilustrativas anteriores, y que la presente invención puede realizarse con diversos cambios y modificaciones sin alejarse del alcance de la misma. La presentes realizaciones se han de considerar por lo tanto en todos los aspectos como ilustrativas y no restrictivas, indicándose el alcance de la invención por las reivindicaciones adjuntas en lugar de por la descripción anterior, y todos los cambios que entren dentro del significado y alcance de equivalencia de las reivindicaciones, por lo tanto se pretende que estén abarcados en las mismas. En otras palabras, se contempla cubrir cualesquiera y todas las modificaciones, variaciones o equivalentes que caigan dentro del alcance de los principios subyacentes básico y cuyos atributos esenciales se reivindiquen en esta solicitud de patente. Se entenderá adicionalmente por el lector de esta solicitud de patente que las palabras "que comprende" o "comprende" no excluyen otros elementos o etapas, que las palabras "un" o "una" no excluyen una pluralidad, y que un único elemento, tal como un sistema informático, un procesador, u otra unidad integrada puede satisfacer las funciones de varios medios indicados en las reivindicaciones. Cualesquiera signos de referencia en las reivindicaciones no deberán interpretarse como que limitan las respectivas reivindicaciones referidas. Los términos "primero", "segundo", "tercero", "a", "b", "c", y similares, cuando se usan en la descripción o en las reivindicaciones se introducen para distinguir entre elementos o etapas similares y no están describiendo necesariamente un orden secuencial o cronológico. De manera similar, los términos "superior", "inferior", "por encima de", "por debajo de", y similares se introducen para fines descriptivos y no para indicar necesariamente posiciones relativas. Se ha de entender que los términos así usados son intercambiables bajo circunstancias apropiadas y las realizaciones de la invención pueden operar de acuerdo con la presente invención en otras secuencias o en orientaciones diferentes de la o las descritas o ilustradas anteriormente.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para configurar protección de ruido de impulso, INP, en una línea de comunicación (203) en una capa física, PHY, que comprende las siguientes etapas:

- 5 - configurar (100) dicha PHY para usar un modo de RTC usando retransmisiones para INP;
- monitorizar (101, 401) un rendimiento en dicho modo de RTX;
- reconfigurar (103) dicha PHY para usar un modo de IFEC usando corrección de errores hacia delante e intercalación para INP si (102) dicho rendimiento en dicho modo de RTX está por debajo de un cierto umbral;
- 10 - monitorizar (104, 404) un rendimiento en dicho modo de IFEC;
- reconfigurar dicha PHY de vuelta a dicho modo de RTX si (105, 405) dicho rendimiento en dicho modo de IFEC está por debajo de dicho rendimiento en dicho modo de RTX

**caracterizado** adicionalmente **por que**:

- 15 - dicho rendimiento en dicho modo de RTX está relacionado con un primer tiempo medio entre errores de transmisión, primer MTBE (401); y en el que dicha reconfiguración de dicha PHY para usar dicho modo de IFEC se realiza únicamente cuando (410) dicho primer MTBE está por debajo de un MTBE umbral predeterminado;
- 20 - dicho rendimiento en dicho modo de IFEC está relacionado con un segundo MTBE (404); y en donde dicha reconfiguración de dicha PHY de vuelta a dicho modo de RTX se realiza cuando (405) dicho segundo MTBE en dicho modo de IFEC está por debajo de dicho primer MTBE.

2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha reconfiguración comprende adicionalmente:

- 25 - elegir parámetros relacionados con dicho modo de IFEC de manera que la sobrecarga inducida por dicho modo de IFEC depende de la sobrecarga observada en dicho modo de RTX.

3. Un método de acuerdo con la reivindicación 2, que comprende adicionalmente:

- 30 - optimizar adicionalmente (106) dichos parámetros relacionados con dicho modo de IFEC.

4. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha reconfiguración de dicha PHY para usar dicho modo de IFEC se realiza únicamente cuando (411) dicho modo de IFEC puede corregir un número mínimo de símbolos de Multi-Tono Discreto, DMT, erróneos consecutivos enviados a través de dicha línea de comunicación (203).

5. Un producto de programa informático que comprende instrucciones ejecutables por ordenador para realizar el método de acuerdo con la reivindicación 1 cuando el programa se ejecuta en un ordenador.

6. Un medio de almacenamiento legible por ordenador que comprende el producto de programa informático de acuerdo con la reivindicación 5.

7. Un sistema de procesamiento de datos programado para llevar a cabo el método de acuerdo con la reivindicación 1.

8. Un dispositivo de gestión de línea dinámica, DLM, (205) para configurar protección de ruido de impulso o INP en una línea de comunicación (203) en una capa física, PHY; estando configurado adicionalmente dicho dispositivo de DLM para:

- 50 - configurar (100) dicha PHY para usar un modo de RTC usando retransmisiones para INP;
- monitorizar (101, 401) un rendimiento en dicho modo de RTX;
- reconfigurar (103) dicha PHY para usar un modo de IFEC usando corrección de errores hacia adelante e intercalación para INP si dicho rendimiento en dicho modo de RTX está por debajo de un cierto umbral;
- monitorizar (104, 404) un rendimiento en dicho modo de IFEC;
- 55 - reconfigurar (105, 405) dicha PHY de vuelta a dicho modo de RTX si dicho rendimiento en dicho modo de IFEC está por debajo de dicho rendimiento en dicho modo de RTX

**caracterizado** adicionalmente **por que**:

- 60 - dicho rendimiento en dicho modo de RTX está relacionado con un primer tiempo medio entre errores de transmisión, primer MTBE (401); y en donde dicha reconfiguración de dicha PHY para usar dicho modo de IFEC se realiza únicamente cuando (410) dicho primer MTBE está por debajo de un MTBE umbral predeterminado;
- dicho rendimiento en dicho modo de IFEC está relacionado con un segundo MTBE (404); y en donde dicha reconfiguración de dicha PHY de vuelta a dicho modo de RTX se realiza cuando (405) dicho segundo MTBE en dicho modo de IFEC está por debajo de dicho primer MTBE.
- 65

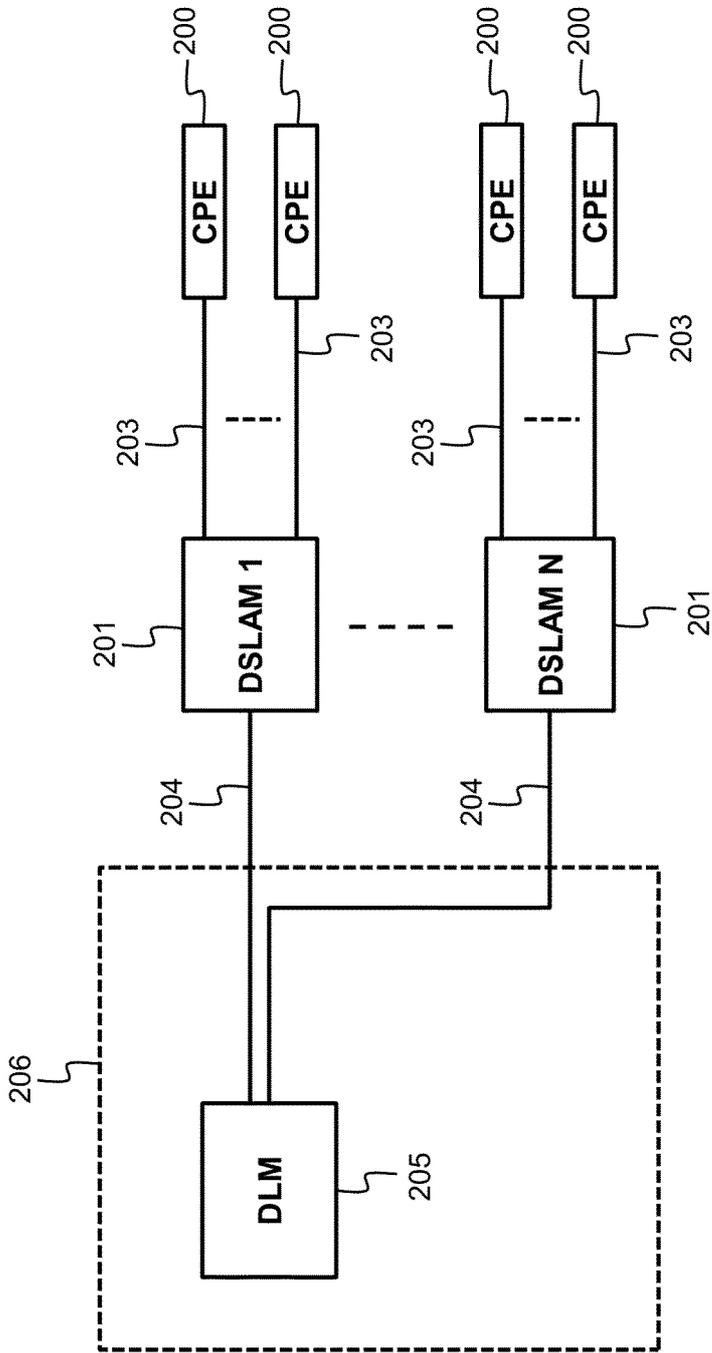


Fig. 1

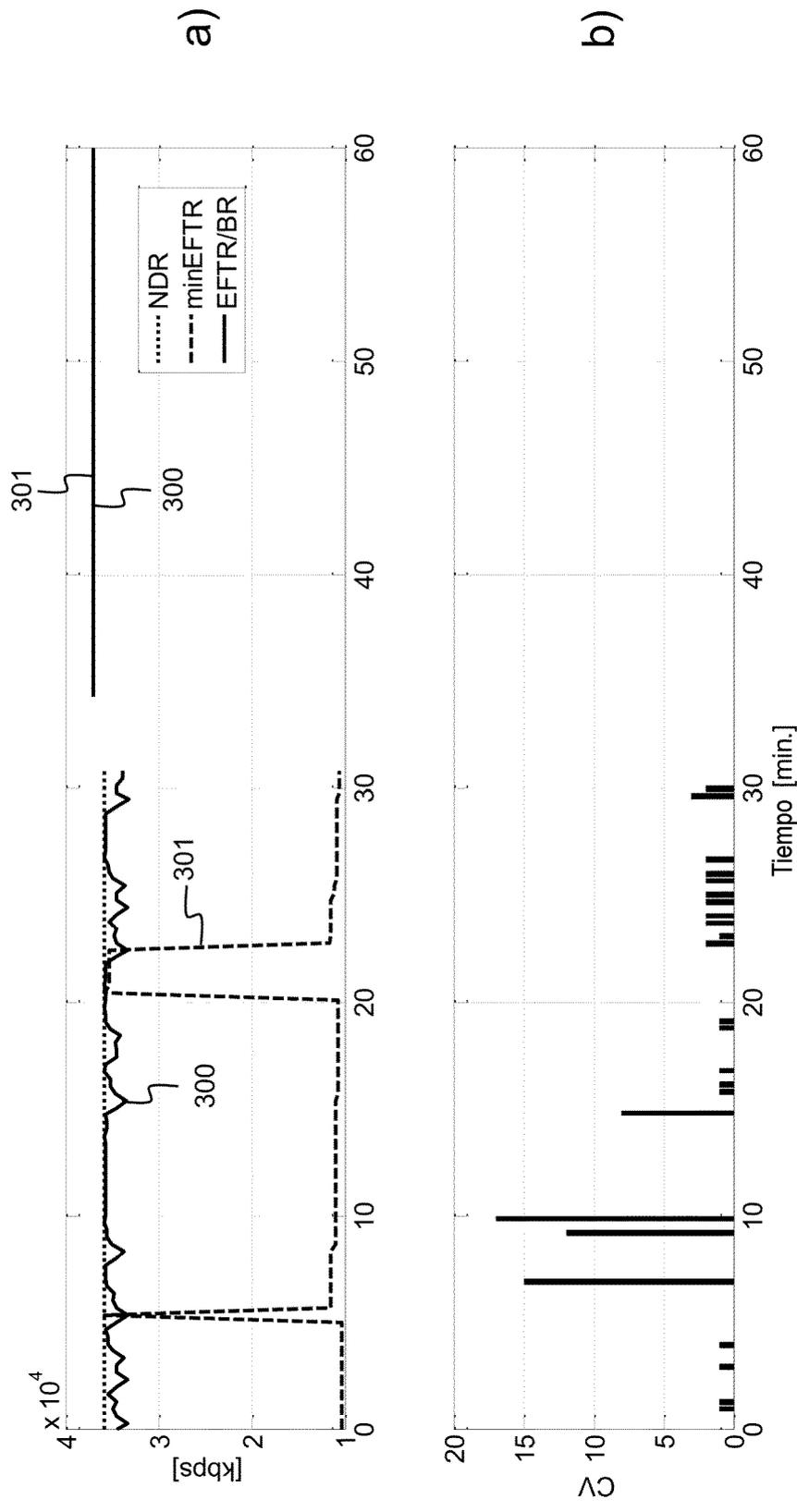


Fig. 2

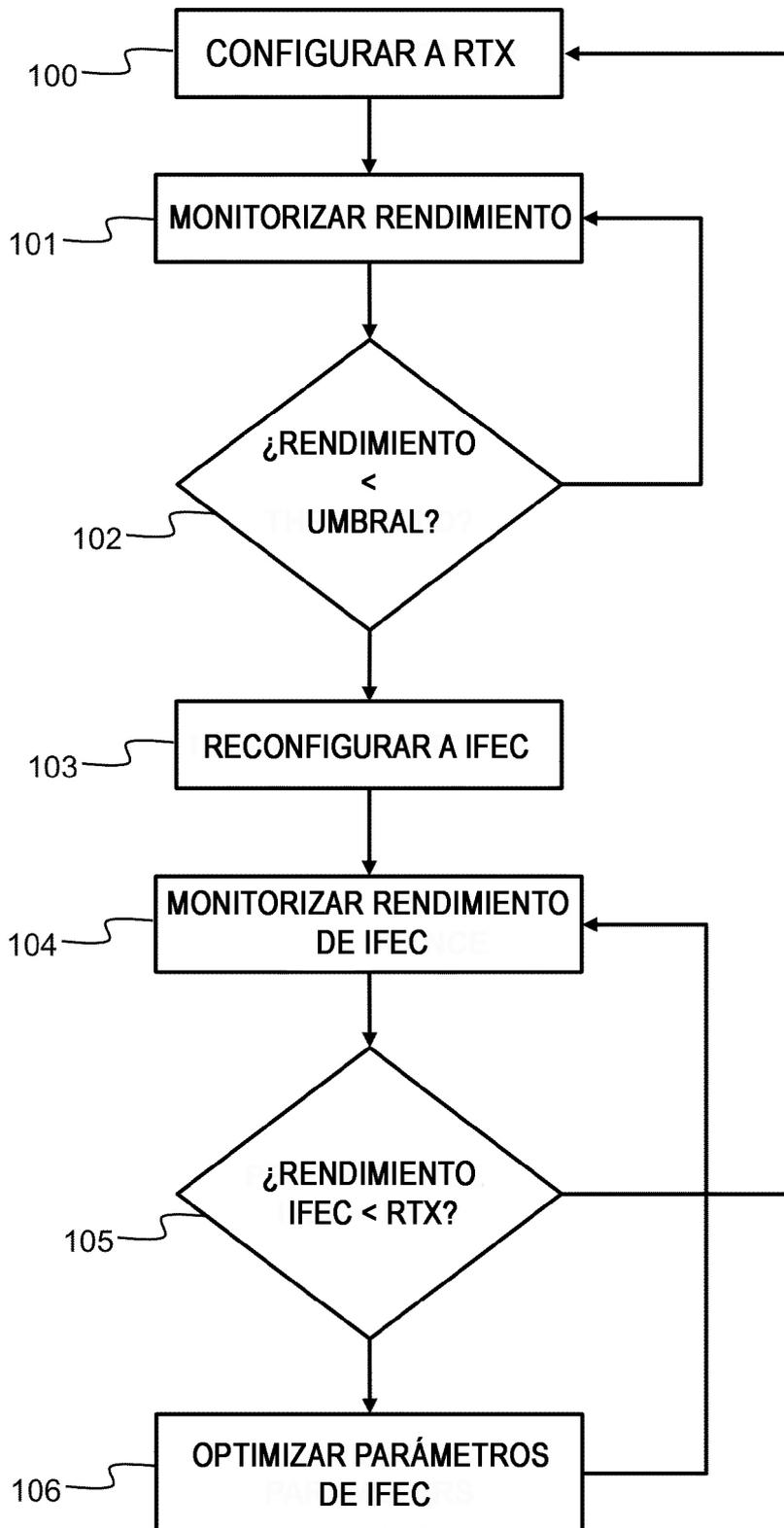


Fig. 3

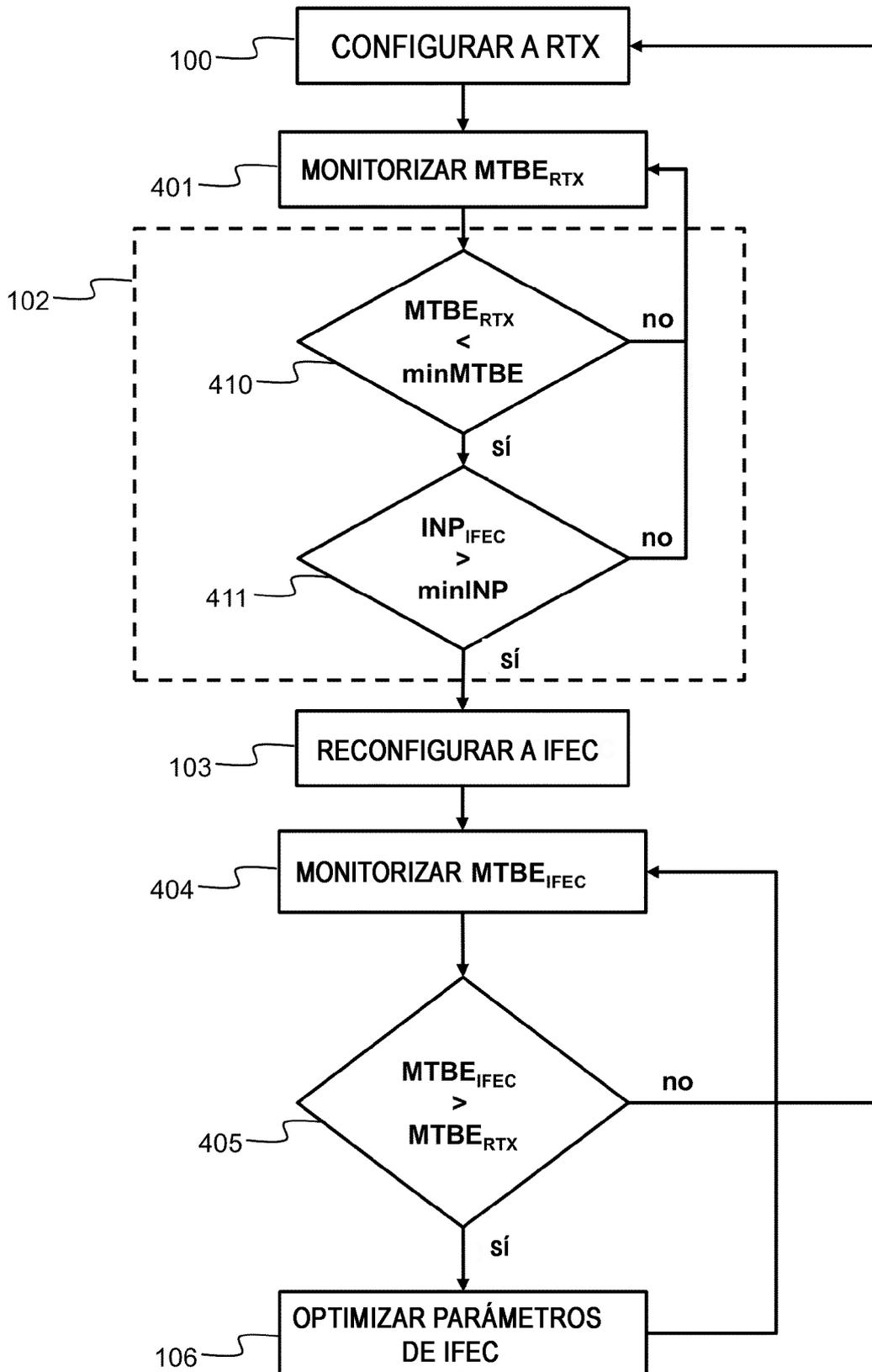


Fig. 4