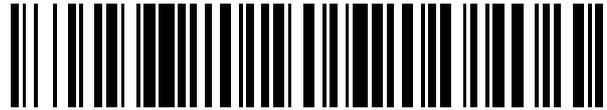


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 551 252**

51 Int. Cl.:

H04L 12/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.10.2010 E 10848261 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.09.2015 EP 2552053**

54 Título: **Punto extremo de mantenimiento y procedimiento para medir el caudal eficaz**

30 Prioridad:

24.03.2010 CN 201010140105

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.11.2015

73 Titular/es:

**ZTE CORPORATION (100.0%)
ZTE Plaza, Keji Road South, Hi-Tech Industrial
Park, Nanshan District
Shenzhen, Guangdong 518057, CN**

72 Inventor/es:

XIAO, MIN

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 551 252 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

Punto extremo de mantenimiento y procedimiento para medir el caudal eficaz

5 Sector técnico de la invención

[0001] La invención se refiere al sector técnico de la comunicación de datos, y en particular a un procedimiento para medir el caudal eficaz y a un punto extremo de mantenimiento (MEP, Maintenance End Point).

10 Antecedentes de la invención

[0002] En las diversas redes actuales de comunicación de datos, el caudal eficaz, como una métrica importante del rendimiento de la red, se ha convertido en uno de los elementos de prueba que más preocupan a los operadores de red. El Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet (IETF, The Internet Engineering Task Force), que es una organización de estandarización, proporcionó una definición inicial del caudal eficaz en el estándar RFC1242 publicado en julio de 1991. A saber, el caudal eficaz es la velocidad máxima de envío que un dispositivo puede soportar con la condición de no pérdida de paquetes. Por la definición inicial estandarizada de caudal eficaz, en ese momento el caudal eficaz fue un concepto dirigido principalmente a un único dispositivo de red específico. Pero con la extensión de la definición del caudal eficaz, el caudal eficaz involucrado en la industria de comunicación actual puede no sólo dirigirse a un único dispositivo de red, sino asimismo a un enlace de comunicación específico que comprende múltiples dispositivos de red en la red de comunicación. Entonces la definición de caudal eficaz se extiende a la velocidad de transmisión máxima que puede soportar este enlace de comunicación con la condición de no pérdida de paquetes.

[0003] Con el rápido desarrollo de la comunicación en las redes de datos en la década de 1990, el IETF proporcionó, en el estándar RFC1944 publicado en mayo de 1996, un conjunto completo de procedimientos básicos de prueba de dispositivos de red, que comprende un procedimiento para medir el caudal eficaz. A continuación, en mayo de 1999, el IETF hizo obsoleto el estándar RFC1944 con el estándar RFC2544 recién publicado. El estándar RFC2544 sigue en uso actualmente. En el estándar RFC2544, se describe así el procedimiento para medir el caudal eficaz: se utiliza un instrumento de medición para enviar un cierto número de paquetes de prueba a un dispositivo a prueba a una cierta velocidad de transmisión; si el número de paquetes de prueba realmente enviados por el dispositivo a prueba es menor que el transmitido por el instrumento de medición, entonces el instrumento de medición vuelve a enviar a una velocidad de transmisión reducida; y este proceso se repite hasta que se encuentra la velocidad de transmisión máxima sin pérdida de paquetes; y dicha velocidad de transmisión máxima es el caudal eficaz del dispositivo a prueba.

[0004] Basándose en el procedimiento básico para medir el caudal eficaz proporcionado en el estándar RFC2544, en la práctica, la industria adopta normalmente un algoritmo de búsqueda binaria para medir el caudal eficaz del dispositivo de comunicación a prueba o del enlace de comunicación a prueba. El principio de búsqueda del algoritmo de búsqueda binaria se describe de la siguiente manera: se supone que el caudal eficaz del dispositivo de comunicación a prueba o del enlace de comunicación a prueba es A, un objetivo de precisión configurado manualmente es C, y una velocidad inicial configurada manualmente para enviar tráfico de prueba es B (es necesario que $B > A$, de lo contrario el caudal eficaz no se puede medir adoptando el algoritmo de búsqueda binaria); B se utiliza como la velocidad para enviar tráfico de prueba en la primera iteración de medición, y se produce pérdida de paquetes, de tal modo que se utiliza B/2 como la velocidad para enviar tráfico de prueba en la segunda iteración de medición; si no se produce pérdida de paquetes en la segunda iteración de medición, se estima si la velocidad utilizada mediante esta iteración de medición cumple la condición del objetivo de precisión, el procedimiento de estimación es el siguiente: si el cociente obtenido dividiendo la diferencia entre la velocidad utilizada por esta iteración de medición y la velocidad utilizada por la última iteración de medición por la velocidad utilizada por esta iteración de medición (en el ejemplo, el cociente es $(B-B/2)/(B/2)=1$) no es mayor que el objetivo de precisión C, entonces se considera que la velocidad utilizada en esta iteración de medición cumple la condición del objetivo de precisión; si el cociente es mayor que el objetivo de precisión C, entonces se considera que la velocidad utilizada por esta iteración de medición no cumple la condición del objetivo de precisión. Si el resultado de la estimación es que la velocidad de la segunda iteración de medición cumple la condición del objetivo de precisión, entonces la medición del caudal eficaz finaliza, y la velocidad es el caudal eficaz obtenido; si el resultado de la estimación es que la velocidad de la segunda iteración de medición no cumple la condición del objetivo de precisión, entonces la medición del caudal eficaz continúa, y la tercera iteración de medición utiliza $(B+B/2)/2$ como la

velocidad para enviar tráfico de prueba; si se produce pérdida de paquetes en la segunda iteración de medición, entonces no se estimará si la velocidad utilizada por esta iteración de medición cumple la condición del objetivo de precisión, y la tercera iteración de medición utiliza $(0+B/2)/2$ como la velocidad para enviar tráfico de prueba; y el proceso se repite hasta que después de múltiples iteraciones de medición se obtiene finalmente el caudal eficaz que cumple la condición del objetivo de precisión.

[0005] La figura 1 muestra un diagrama esquemático de utilización de un instrumento de medición para medir el caudal eficaz de un enlace de comunicación. Tal como se muestra en la figura 1, los instrumentos de medición 1 y 2 están conectados a las Fronteras del Proveedor (PE, Provider Edges) en dos extremos del enlace a prueba, respectivamente. Los instrumentos 1 y 2 están dispuestos en cascada a través de un enlace de comunicación especial (normalmente, un enlace de baja velocidad), de tal modo que simplemente el software de control del instrumento de medición puede llevar a cabo un control centralizado. Puede haber uno o varios dispositivos proveedores (P) entre dos PEs. Antes de medir el caudal eficaz, es necesario configurar en primer lugar parámetros de medición y el objetivo de precisión, donde los parámetros de medición comprenden: la velocidad de transmisión inicial del tráfico de prueba, la duración de la transmisión, el tamaño del paquete de prueba, la prioridad del paquete de prueba y la estructura del paquete de prueba. La velocidad de transmisión inicial se configura normalmente como el ancho de banda físico máximo del enlace a prueba; la duración de la transmisión se refiere a la duración para enviar tráfico de prueba en cada iteración de medición; el tamaño y la prioridad del paquete de prueba influirán en el resultado de la medición del caudal eficaz. En términos generales, la medición del caudal eficaz es necesaria para cubrir varios tamaños habituales de paquetes de prueba y todas las prioridades. Normalmente, la estructura del paquete de prueba puede estar configurada siendo código pseudoaleatorio, para simular mejor el tráfico de servicio real.

[0006] Después de iniciar la medición del caudal eficaz, el software de control del instrumento de medición controla el envío de tráfico de prueba de acuerdo con los parámetros de medición configurados, y monitoriza la recepción del tráfico de prueba. A la conclusión de cada iteración de medición, el software de control del instrumento de medición calcula la tasa de pérdida de paquetes y calcula la velocidad de transmisión que será utilizada por la siguiente iteración de medición de acuerdo con el algoritmo de búsqueda binaria. A continuación, se inicia la siguiente iteración de medición hasta que se encuentra el caudal eficaz que cumple la condición del objetivo de precisión especificado.

[0007] Actualmente, se espera que una tecnología denominada Conmutación de Etiquetas Multiprotocolo - Perfil de Transporte (MPLS-TP, Multi-Protocol Label Switching-Transport Profile), que se está investigando cooperativamente por las dos organizaciones de estándares IETF y Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU, International Telecommunication Union) mejore la capacidad de Operación, Administración y Mantenimiento (OAM, Operation, Administration and Maintenance) de la tecnología tradicional de Conmutación de Etiquetas Multiprotocolo (MPLS). La tecnología define una serie de entidades funcionales OAM, y configura una serie de condiciones de funciones OAM en base a estas entidades funcionales. Una de las funciones OAM se denomina función de prueba de diagnóstico, y la medición del caudal eficaz es la más importante de las condiciones de la función de prueba de diagnóstico. Actualmente, no se ha dado a conocer ninguna solución técnica que satisfaga la condición de la función.

[0008] La figura 2 muestra un diagrama esquemático de entidades funcionales OAM en la red MPLS-TP. Tal como se muestra en la figura 2, se pueden crear uno o varios MEP basados en puerto en el PE en la frontera de la red MPLS-TP, y se pueden crear uno o varios Puntos Intermedios de Mantenimiento (MIP, Maintenance Intermediate Points) basados en puerto en el P en el centro de la red MPLS-TP. En las condiciones de las funciones OAM del MPLS-TP se requiere claramente que la medición del caudal eficaz se pueda llevar a cabo entre MEP y MEP, y que los MEP en los dos extremos puedan ser una capa de pseudo-cable (PW), una capa de Intercambio de Rutas por Etiquetas (LSP, Label Switched Path) o una capa de sección.

[0009] La razón por la que las organizaciones de estándares hacen que las condiciones de las funciones de medición del caudal eficaz se basen en MEP para la red MPLS-TP es que si se utiliza un instrumento de medición para medir el caudal eficaz del enlace de comunicación, esto requiere instrumentos de medición y operadores asignados en los dos extremos del enlace al mismo tiempo, y requiere una cascada de instrumentos de medición a través de un enlace de comunicación especial, lo que provoca unos costes de medición muy elevados. En una medición práctica, esto requiere asimismo personal para conectar manualmente el puerto de transmisión/recepción del instrumento de medición al puerto del enlace de comunicación a prueba. Esto es laborioso y exige mucho

tiempo, se puede provocar un error de conexión, y el funcionamiento y el mantenimiento son complejos.

[0010] El documento de FENG HUANG (EDITOR) LIEVEN LEVRAU(EDITOR) ALCATEL-LUCENT HAN LI (EDITOR) CHINA MOBILE RUIQUAN JING (EDITOR) CHINA TELECOM: "Diagnostic tool-test for MPLS transport profile; draft-flh-mpls-tp-oam-diagnostic-test-00.txt", DIAGNOSTIC TOOL-TEST FOR MPLS TRANSPORT PROFILE; DRAFT-FLH-MPLS-TP-OAM-DIAGNOSTIC-TEST-00.TXT, INTERNET ENGINEERING TASK FORCE, IETF; STANDARDWORKING-DRAFT, INTERNET SOCIETY (ISOC) 4, RUE DES FALAISES CH-1205 GENEVA, SWITZERLAND, de 21 de octubre de 2009 (21/10/2009) describe una TST (prueba) de herramienta de diagnóstico para estimación, medición y verificación del ancho de banda, y un formato de trama OAM TST y los procedimientos para la transmisión, recepción de dichas tramas OAM.

[0011] El documento EP 1 855 416 A1 describe un procedimiento para medir parámetros de rendimiento de una red de conmutación de etiquetas multiprotocolo (MPLS), que incluye: enviar un paquete de medición de parámetros de rendimiento que lleva una primera información para la medición de un parámetro de rendimiento de la red MPLS hasta una segunda parte, medir el parámetro de rendimiento de la red MPLS según la primera información en el paquete de medición de parámetros de rendimiento.

Resumen de la invención

[0012] Dirigiéndose a los problemas en las tecnologías relevantes de que el coste de la medición es muy elevado, y el funcionamiento y el mantenimiento son complejos debido a la utilización de instrumentos de medición para medir el caudal eficaz del enlace de comunicación, la invención da a conocer principalmente un procedimiento para medir el caudal eficaz y un MEP, para resolver por lo menos uno de los problemas anteriores.

[0013] De acuerdo con un aspecto de la invención, se da a conocer un procedimiento para medir el caudal eficaz.

[0014] El procedimiento para medir el caudal eficaz acorde con la invención, que se aplica en la red MPLS-TP, comprende: un primer punto extremo de mantenimiento (MEP) en la red MPLS-TP que lleva a cabo la transmisión de paquetes de datos con un segundo MEP en la red MPLS-TP en un periodo de tiempo predeterminado; después del periodo de tiempo predeterminado, el primer MEP recibe información de medición retroalimentada por el segundo MEP, donde la información de medición indica el número de paquetes de datos transmitidos por el segundo MEP en esta transmisión; y según la información de medición, el primer MEP determina que no se produce pérdida de paquetes en esta transmisión de los paquetes de datos y que una velocidad de transmisión cumple una condición de objetivo de precisión, y obtiene a continuación el caudal eficaz de la transmisión de los paquetes de datos en una dirección de transmisión.

[0015] De acuerdo con otro aspecto de la invención, se da a conocer un MEP.

[0016] El MEP acorde con la invención comprende: un dispositivo de transmisión, configurado para llevar a cabo la transmisión de paquetes de datos con otro MEP en la red MPLS-TP en un periodo de tiempo predeterminado; un primer dispositivo de recepción configurado para, después del periodo de tiempo predeterminado, recibir información de medición retroalimentada por otro MEP, donde la información de medición incluye el número de paquetes de datos transmitidos por el otro MEP en esta transmisión; un dispositivo de estimación, configurado para estimar si se produce pérdida de paquetes en esta transmisión de los paquetes de datos en función de la información de medición, y si no se produce, estimar si una velocidad de transmisión cumple una condición del objetivo de precisión; y un dispositivo de determinación, configurado para obtener un caudal eficaz de la transmisión de los paquetes de datos en una dirección de transmisión, en base a que el dispositivo de estimación estime que no se produce pérdida de paquetes en esta transmisión de los paquetes de datos y que la velocidad de transmisión cumple la condición del objetivo de precisión.

[0017] Mediante la invención, después de que se inicia la medición del caudal eficaz, un MEP local en la red MPLS-TP lleva a cabo la transmisión de los paquetes de datos con el MEP opuesto en la red MPLS-TP en un periodo de tiempo predeterminado. Después de que ha finalizado una iteración de medición, el MEP opuesto enviará información de los paquetes de datos transmitidos (es decir, la información de medición) en la iteración de medición al MEP local por medio de un mensaje de cómputo, para calcular la pérdida de paquetes en la iteración de medición. Cuando la pérdida de paquetes es 0 y la velocidad de transmisión cumple la condición del objetivo de precisión, se puede determinar en el MEP local el caudal eficaz de transmisión de los paquetes de datos en la dirección de

transmisión. Esta solución resuelve los problemas en las tecnologías relevantes de que el coste de medición es muy elevado, y el funcionamiento y el mantenimiento son complejos debido a la utilización del instrumento de medición para medir el caudal eficaz del enlace de comunicación. De este modo, se pueden ahorrar costes de medición, y se simplifica el funcionamiento y el mantenimiento.

5

Breve descripción de los dibujos

[0018] Los dibujos descritos en la presente memoria se utilizan para proporcionar una mejor comprensión de la invención, y forman parte de la solicitud. Las realizaciones esquemáticas de la invención y la descripción de las mismas se utilizan para mostrar la invención y no están destinadas a constituir límites incorrectos de la invención. En los dibujos:

10

la figura 1 muestra un diagrama esquemático de utilización de un instrumento de medición para medir el caudal eficaz del enlace de comunicación en las tecnologías relevantes;

15

la figura 2 muestra un diagrama esquemático de entidades funcionales OAM en la red MPLS-TP;

la figura 3 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para medir el caudal eficaz de acuerdo con una realización de la invención;

20

la figura 4 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para medir el caudal eficaz de acuerdo con la realización preferida 1 de la invención;

la figura 5 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para medir el caudal eficaz de acuerdo con la realización preferida 2 de la invención;

25

la figura 6 muestra un diagrama estructural de un MEP de acuerdo con la realización de la invención; y

la figura 7 muestra un diagrama estructural de un MEP de acuerdo con la realización preferida de la invención.

30

Descripción detallada de las realizaciones

[0019] La invención se describe en detalle a continuación haciendo referencia a los dibujos y las realizaciones. Cabe señalar que las realizaciones y las características de las realizaciones de la solicitud se pueden combinar entre sí siempre que no haya conflicto.

35

[0020] En la red MPLS-TP, uno o varios MEP creados basados en puertos pueden llevar a cabo, como un MEP local (en adelante denominado el primer MEP), la transmisión de los paquetes de datos con un MEP opuesto (en adelante denominado el segundo MEP) respecto del MEP local, y pueden determinar el caudal eficaz de la transmisión de los paquetes de datos en la dirección de transmisión, por medio de la información de medición de paquetes de datos transmitidos retroalimentada por el segundo MEP.

40

[0021] La figura 3 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para medir el caudal eficaz de acuerdo con una realización de la invención. El procedimiento para medir el caudal eficaz comprende las etapas siguientes.

45

[0022] Etapa S302: el primer MEP en la red MPLS-TP lleva a cabo la transmisión de los paquetes de datos con el segundo MEP en la red MPLS-TP, en un periodo de tiempo predeterminado.

[0023] Etapa S304: después del periodo de tiempo predeterminado, el primer MEP recibe la información de medición retroalimentada por el segundo MEP, donde la información de medición indica el número de paquetes de datos transmitidos por el segundo MEP en esta transmisión.

50

[0024] Etapa S306: en función de la información de medición, el primer MEP estima que no se produce pérdida de paquetes en esta transmisión de los paquetes de datos y que la velocidad de transmisión cumple la condición del objetivo de precisión, y obtiene a continuación el caudal eficaz de la transmisión de los paquetes de datos en la dirección de la transmisión.

55

- 5 **[0025]** En las tecnologías relevantes, utilizar instrumentos de medición para medir el caudal eficaz del enlace de comunicación requiere al mismo tiempo instrumentos de medición y personal asignados en los dos extremos del enlace, y requiere una cascada de instrumentos de medición a través de un enlace de comunicación especial. Por lo tanto, es laborioso y demanda mucho tiempo, y el coste de la medición es muy elevado. Al adoptar el procedimiento anterior, no se requieren instrumentos de medición, y la medición del caudal eficaz bidireccional (dos caudales eficaces respectivos, cada uno con una dirección de transmisión) o del caudal eficaz unidireccional (un caudal eficaz con una dirección de transmisión) se puede iniciar y completar en un extremo del enlace medido. El procedimiento ahorra mano de obra, recursos materiales y tiempo, de manera que se puede reducir el coste, y se puede simplificar el funcionamiento y el mantenimiento.
- 10 **[0026]** Preferentemente, antes de ejecutar la etapa S302, el procedimiento puede comprender asimismo el proceso siguiente: bloquear el primer MEP y el segundo MEP.
- 15 **[0027]** En el proceso de implementación específico, bloquear el primer MEP y el segundo MEP puede comprender el proceso siguiente: el primer MEP inicia una función de prueba de diagnóstico de un modo de medición del caudal eficaz y bloquea el primer MEP; y el primer MEP envía un comando al segundo MEP para bloquear el segundo MEP.
- 20 **[0028]** Mediante el anterior proceso de bloqueo, antes de la prueba, se puede impedir el tráfico de servicio en ambas direcciones de transmisión de un cierto MEP transmitiendo al otro MEP. De este modo, la petición de la prueba se puede mejorar eficazmente.
- 25 **[0029]** Preferentemente, el primer MEP lleva a cabo la transmisión de los paquetes de datos con el segundo MEP en el modo siguiente: modo de transmisión bidireccional. Realizar la transmisión de los paquetes de datos en el modo de transmisión bidireccional sirve para realizar la medición del caudal eficaz bidireccional. Se describe a continuación el proceso de medición del caudal eficaz bidireccional.
- 30 **[0030]** Preferentemente, antes de ejecutar la etapa S302, para la medición del caudal eficaz bidireccional, el primer MEP envía al segundo MEP un mensaje de indicación de inicio de la iteración de medición, donde el mensaje de indicación de inicio de la iteración de medición lleva información de identificación de inicio de la iteración de medición, información de indicación que necesita el segundo MEP para enviar los paquetes de datos, y parámetros de configuración utilizados por el segundo MEP para enviar los paquetes de datos. El primer MEP recibe del segundo MEP un mensaje de respuesta de inicio de la iteración de medición.
- 35 **[0031]** Preferentemente, los parámetros de configuración pueden comprender la velocidad de transmisión utilizada por el segundo MEP para enviar los paquetes de datos en esta transmisión, la duración de la transmisión, el tamaño del paquete de datos, la prioridad del paquete de datos y la estructura del paquete de datos.
- 40 **[0032]** Cuando se lleva a cabo la medición del caudal eficaz bidireccional, aparte de indicar el inicio de la iteración de medición, el mensaje de indicación de inicio de la iteración de medición que el primer MEP envía al segundo MEP indica asimismo la información de configuración utilizada por el segundo MEP para enviar los paquetes de datos. Mediante el proceso anterior, la medición subsiguiente del caudal eficaz bidireccional se puede realizar de manera eficaz, y se puede simplificar el proceso operativo.
- 45 **[0033]** Preferentemente, para la medición del caudal eficaz bidireccional, cuando se completa la transmisión de los paquetes de datos en esta transmisión, el primer MEP tiene que enviar al segundo MEP un mensaje de indicación de finalización de la iteración de medición, donde el mensaje de indicación de finalización de la iteración de medición indica la finalización del envío de paquetes de datos mediante el primer MEP en esta transmisión. Después de que el segundo MEP recibe el mensaje de indicación de finalización de la iteración de medición y determina que el envío de los paquetes de datos por el propio segundo MEP en esta transmisión ha finalizado, el primer MEP recibe del segundo MEP un mensaje de respuesta de finalización de la iteración de medición, denominado asimismo un mensaje de cómputo, donde el mensaje de respuesta de finalización de la iteración de medición lleva el número de paquetes de datos transmitidos por el segundo MEP.
- 50 **[0034]** El MEP local envía al MEP opuesto el mensaje de indicación de finalización de la iteración de medición para indicar la finalización del envío de paquetes de datos mediante el MEP local en esta transmisión. A continuación, el MEP opuesto puede medir el número de paquetes de datos recibidos de manera efectiva y retroalimentarlo. De este modo, se puede proporcionar una base para el cálculo posterior de la pérdida de paquetes,

y se puede simplificar el proceso operativo de la medición.

[0035] Preferentemente, la etapa S306 puede comprender además el proceso siguiente: el primer MEP estima si la pérdida de paquetes P1 en la dirección directa y la pérdida de paquetes P2 en la dirección inversa son 0 al mismo tiempo, donde la dirección directa es aquella en que el primer MEP transmite los paquetes de datos al segundo MEP, y la dirección inversa es aquella en que el segundo MEP transmite los paquetes de datos al primer MEP.

[0036] La pérdida de paquetes en cualquier dirección de la transmisión bidireccional de los paquetes de datos se puede calcular con precisión por medio del proceso de cálculo anterior. Estimar si se produce pérdida de paquetes en función del resultado del cálculo y estimar si la velocidad de transmisión cumple la condición del objetivo de precisión, puede determinar si es necesario llevar a cabo la siguiente iteración de medición, de la medición del caudal eficaz. Asimismo, el algoritmo es simple y fácil de implementar.

[0037] Preferentemente, si el primer MEP determina que se produce pérdida de paquetes en la transmisión de los paquetes de datos o que la velocidad de transmisión no cumple la condición del objetivo de precisión, el primer MEP adopta el algoritmo de búsqueda binaria para cambiar iteración a iteración la velocidad de transmisión para transmitir los paquetes de datos, y lleva una nueva velocidad de transmisión para la dirección inversa en el mensaje de indicación de inicio de la iteración de medición durante el envío al segundo MEP. El proceso anterior se repite hasta que no se produce pérdida de paquetes en ambas direcciones de la transmisión bidireccional de los paquetes de datos, y la velocidad de transmisión cumple la condición del objetivo de precisión en ambas direcciones.

[0038] Cuando se lleva a cabo la transmisión bidireccional de los paquetes de datos, si se produce pérdida de paquetes o si la velocidad de transmisión no cumple la condición del objetivo de precisión, no se puede determinar el caudal eficaz en la dirección de la transmisión. Es necesario realizar la siguiente iteración de medición, de la medición del caudal eficaz, de tal modo que es necesario cambiar la velocidad de transmisión para transmitir los paquetes de datos. Este proceso se repite hasta que no se produce pérdida de paquetes y la velocidad de transmisión cumple la condición del objetivo de precisión. A continuación, se puede determinar que la velocidad de transmisión es el caudal eficaz en la dirección de la transmisión. Mediante el proceso anterior, se puede determinar el caudal eficaz en la dirección de la transmisión y el caudal eficaz determinado puede cumplir una cierta condición de precisión.

[0039] En lo anterior, adoptar el algoritmo de búsqueda binaria puede conseguir rápidamente la velocidad de transmisión para transmitir los paquetes de datos en la siguiente transmisión, y simplificar el proceso operativo.

[0040] El proceso anterior se describe a continuación haciendo referencia a la figura 4.

[0041] La figura 4 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para medir el caudal eficaz de acuerdo con la realización preferida 1 de la invención. La realización preferida 1 describe principalmente el proceso de medición del caudal eficaz bidireccional en la red MPLS-TP. Tal como se muestra en la figura 4, el procedimiento para medir el caudal eficaz bidireccional comprende las etapas siguientes.

[0042] Etapa S402: se inicia una función de prueba de diagnóstico del modo de medición del caudal eficaz en el MEP local en la red MPLS-TP. A continuación el MEP es bloqueado. Es decir, el MEP impedirá el paso de todo el tráfico de servicio.

[0043] Etapa S404: exceptuando el bloqueo, el MEP local envía asimismo al MEP opuesto un mensaje de comando bloquear para bloquear el MEP opuesto.

[0044] Etapa S406: después de recibir el mensaje de comando bloquear, el MEP opuesto se bloquea también y devuelve un mensaje de respuesta del comando bloquear que indica la recepción del comando y la consecución del bloqueo.

[0045] Etapa S408: se inicia en el MEP local la medición del caudal eficaz bidireccional. Antes del inicio, es necesario configurar las velocidades de transmisión iniciales del tráfico de prueba, la duración de la transmisión, el tamaño del paquete de datos, la prioridad del paquete de datos y la estructura del paquete de datos, y especificar el objetivo de precisión de la medición.

- 5 **[0046]** Etapa S410: el MEP local envía al MEP opuesto un primer mensaje de indicación de inicio de la iteración de medición como un delimitador del inicio (es decir, la información de identificación del inicio de la prueba) de la primera iteración de medición, y lleva en el mensaje la velocidad de transmisión inicial del tráfico de prueba, la duración de la transmisión, el tamaño del paquete de datos, la prioridad del paquete de datos y la estructura del paquete de datos, que se han configurado en el MEP local para el MEP opuesto, con el fin de solicitar al MEP opuesto que transmita tráfico de prueba en base a estos parámetros de medición.
- 10 **[0047]** Etapa S412: después de recibir el primer mensaje de indicación del inicio de la iteración de medición, el MEP opuesto devolverá al MEP local un primer mensaje de respuesta del inicio de la iteración de medición.
- 15 **[0048]** Etapa S414: el MEP local comienza enviar tráfico de prueba en base a los parámetros de medición configurados anteriormente, y finaliza el envío después de alcanzar la duración de la transmisión. El MEP opuesto inicia el envío de tráfico de prueba en base a los parámetros de medición contenidos en el primer mensaje de indicación de inicio de la iteración de medición, y finaliza el envío después de alcanzar la duración de la transmisión.
- 20 **[0049]** Etapa S416: después de finalizar la transmisión de tráfico de prueba, el MEP local envía al MEP opuesto un primer mensaje de indicación de finalización de la iteración de medición, como un delimitador de finalización de la primera iteración de medición.
- 25 **[0050]** Etapa S418: después de recibir el primer mensaje de indicación de finalización de la iteración de medición y de finalizar la transmisión de tráfico de prueba, el MEP opuesto envía al MEP local un mensaje de cómputo, donde el mensaje de cómputo lleva el número de paquetes de datos transmitidos por el MEP opuesto en el periodo de la primera iteración de medición.
- 30 **[0051]** Etapa S420: después de recibir el mensaje de cómputo, el MEP local calcula la pérdida de paquetes del tráfico de prueba en dos direcciones respectivamente, y el resultado del cálculo determinará si se ejecutan las etapas subsiguientes.
- 35 **[0052]** En lo anterior, si tanto la pérdida de paquetes en la dirección directa como la pérdida de paquetes en la dirección inversa son 0, se finaliza la medición del caudal eficaz bidireccional. Es decir, la etapa siguiente ya no se ejecuta, y las velocidades de transmisión iniciales son el caudal eficaz medido en la dirección directa así como el caudal eficaz medido en la dirección inversa.
- 40 **[0053]** En lo anterior, si cualquiera de la pérdida de paquetes en la dirección directa o la pérdida de paquetes en la dirección inversa son distintas de 0, continúa la medición del caudal eficaz bidireccional. Es decir, el flujo avanza a la ejecución de la etapa S422.
- 45 **[0054]** Etapa S422: el MEP local adopta el algoritmo de búsqueda binaria para calcular las velocidades de transmisión de envío de tráfico de prueba en las dos direcciones respectivamente en la siguiente transmisión, con el fin de sustituir las velocidades de transmisión iniciales en los parámetros de medición.
- 50 **[0055]** En el proceso de implementación específico, el MEP local puede adoptar asimismo otros algoritmos para calcular velocidades de transmisión de envío de tráfico de prueba en las dos direcciones respectivamente en la siguiente transmisión.
- 55 **[0056]** Etapa S424: el MEP local envía un segundo mensaje de indicación de inicio de la iteración de medición al MEP opuesto, donde el contenido y el resultado del mensaje de indicación son básicamente iguales que los de el primer mensaje de indicación de inicio de la iteración de medición en la etapa S410, y la única diferencia es que la velocidad de transmisión inicial se sustituye con la velocidad de transmisión para la dirección inversa, calculada adoptando el algoritmo de búsqueda binaria.
- [0057]** Etapa S426: después de recibir el segundo mensaje de indicación del inicio de la iteración de medición, el MEP opuesto devolverá al MEP local un segundo mensaje de respuesta del inicio de la iteración de medición.
- [0058]** Etapa S428: dos extremos comienzan el envío de tráfico de prueba. Los parámetros de medición utilizados son básicamente iguales que los de la primera iteración de medición, y la única diferencia es que ya no se utilizan las velocidades de transmisión iniciales como velocidades de envío, sino que se utilizan las velocidades de

transmisión que se han calculado respectivamente en las dos direcciones utilizando el algoritmo de búsqueda binaria.

- 5 **[0059]** Después de ejecutar la etapa S428, el proceso de señalización y de cálculo de la segunda iteración de medición es acorde al de la primera iteración de medición. Una vez se ha completado la segunda iteración de medición, si tanto la pérdida de paquetes en la dirección directa como la pérdida de paquetes en la dirección inversa son 0, y las velocidades de transmisión en las dos direcciones cumplen la condición del objetivo de precisión, se finaliza la medición del caudal eficaz bidireccional. Las velocidades de transmisión de tráfico de prueba en las dos direcciones que se utilizan en la iteración de medición son los caudales eficaces medidos. Si cualquiera de la
- 10 pérdida de paquetes en la dirección directa o la pérdida de paquetes en la dirección inversa son distintas de 0, el flujo avanza a la ejecución de la tercera iteración de medición y así sucesivamente, hasta que tanto la pérdida de paquetes en la dirección directa como la pérdida de paquetes en la dirección inversa son 0 y las velocidades de transmisión en las dos direcciones cumplen la condición del objetivo de precisión.
- 15 **[0060]** Etapa S430: después de N iteraciones de medición, se pueden obtener respectivamente los caudales eficaces bidireccionales que cumplen la condición del objetivo de precisión especificado, donde N representa un número variable de veces, y su valor está relacionado con la configuración de velocidades de transmisión iniciales, la selección del algoritmo de búsqueda y el objetivo de precisión.
- 20 **[0061]** En lo anterior, el tiempo inicial de la etapa S408 es independiente de las etapas S402 a S406. En la etapa S414, dos extremos pueden transmitir tráfico de prueba de manera síncrona o bien asíncrona.
- 25 **[0062]** Preferentemente, el primer MEP puede asimismo llevar a cabo la transmisión de los paquetes de datos con el segundo MEP en un modo de transmisión unidireccional. Realizar la transmisión de los paquetes de datos en el modo de transmisión unidireccional es realizar una medición del caudal eficaz unidireccional. Se describe a continuación el proceso de medición del caudal eficaz unidireccional.
- 30 **[0063]** Preferentemente, antes de ejecutar la etapa S302, para la medición del caudal eficaz unidireccional, el primer MEP envía al segundo MEP un mensaje de indicación de inicio de la iteración de medición, donde el mensaje de indicación de inicio de la iteración de medición lleva información de identificación del inicio de la iteración de medición. El primer MEP recibe del segundo MEP un mensaje de respuesta de inicio de la iteración de medición.
- 35 **[0064]** Cuando se lleva a cabo la medición del caudal eficaz unidireccional, el primer MEP envía al segundo MEP el mensaje de indicación de inicio de la iteración de medición para indicar el inicio de la iteración de medición. Mediante el proceso anterior, la medición subsiguiente del caudal eficaz unidireccional se puede realizar de manera eficaz, y se puede simplificar el proceso operativo.
- 40 **[0065]** Preferentemente, para la medición del caudal eficaz unidireccional, cuando el primer MEP completa la transmisión de los paquetes de datos en esta transmisión, el segundo MEP recibe del primer MEP un mensaje de indicación de finalización de la iteración de medición, donde el mensaje de indicación de finalización de la iteración de medición indica la finalización del envío de paquetes de datos mediante el primer MEP en esta transmisión. El primer MEP recibe del segundo MEP un mensaje de respuesta de finalización de la iteración de medición, denominado asimismo un mensaje de cómputo, donde el mensaje de respuesta de finalización de la iteración de medición lleva el número de paquetes de datos recibidos por el segundo MEP.
- 45 **[0066]** El MEP local envía al MEP opuesto el mensaje de indicación de finalización de la iteración de medición para indicar la finalización del envío de paquetes de datos mediante el MEP local en esta transmisión. A continuación, el MEP opuesto puede medir el número de paquetes de datos recibidos de manera efectiva y retroalimentarlo. De este modo, se puede proporcionar una base para el cálculo posterior de la pérdida de paquetes, y se puede simplificar el proceso operativo de la medición.
- 50 **[0067]** Preferentemente, que el primer MEP estime si se produce pérdida de paquetes en esta transmisión de los paquetes de datos, en función de la información de medición, comprende que: el primer MEP estime si la pérdida de paquetes P1 en la dirección directa es 0, donde la dirección directa es aquella en que el primer MEP transmite los
- 55 paquetes de datos al segundo MEP.
- [0068]** La pérdida de paquetes en la transmisión unidireccional de los paquetes de datos se puede calcular de

manera precisa por medio del proceso de cálculo anterior. Estimar si se produce pérdida de paquetes en función del resultado del cálculo y estimar si la velocidad de transmisión cumple la condición del objetivo de precisión, puede determinar si es necesario llevar a cabo la siguiente iteración de medición, de la medición del caudal eficaz. Asimismo, el algoritmo es simple y fácil de implementar.

5

[0069] Preferentemente, si el primer MEP determina que se produce pérdida de paquetes en esta transmisión de los paquetes de datos o que la velocidad de transmisión no cumple la condición del objetivo de precisión, el primer MEP adopta el algoritmo de búsqueda binaria para cambiar iteración a iteración la velocidad de transmisión para transmitir los paquetes de datos. El proceso anterior se repite hasta que no se produce pérdida de paquetes en la transmisión de los paquetes de datos y la velocidad de transmisión cumple la condición del objetivo de precisión.

10

[0070] Mediante el proceso anterior, se puede determinar el caudal eficaz en la dirección de la transmisión y el caudal eficaz determinado puede cumplir una cierta condición de precisión.

15

[0071] En lo anterior, adoptar el algoritmo de búsqueda binaria puede conseguir rápidamente la velocidad de transmisión para transmitir los paquetes de datos en la siguiente transmisión, y simplificar el proceso operativo.

[0072] El proceso anterior se describe a continuación haciendo referencia a la figura 5.

20

[0073] La figura 5 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para medir el caudal eficaz de acuerdo con la realización preferida 2 de la invención. La realización preferida 2 describe principalmente el proceso de medición del caudal eficaz unidireccional en la red MPLS-TP. Tal como se muestra en la figura 5, el procedimiento para medir el caudal eficaz unidireccional comprende las etapas siguientes.

25

[0074] Etapa S502: se inicia una función de prueba de diagnóstico del modo de medición del caudal eficaz en el MEP local en la red MPLS-TP. A continuación el MEP es bloqueado. Es decir, el MEP impedirá el paso de todo el tráfico de servicio.

30

[0075] Etapa S504: exceptuando el bloqueo, el MEP local envía asimismo al MEP opuesto un mensaje de comando bloquear para bloquear el MEP opuesto.

35

[0076] Etapa S506: después de recibir el mensaje de comando bloquear, el MEP opuesto se bloquea también y devuelve un mensaje de respuesta del comando bloquear que indica la recepción del comando y la consecución del bloqueo.

40

[0077] Etapa S508: se inicia la medición del caudal eficaz unidireccional en el MEP local. Antes del inicio, es necesario configurar la velocidad de transmisión inicial del tráfico de prueba, la duración de la transmisión, el tamaño del paquete de datos, la prioridad del paquete de datos y la estructura del paquete de datos, y especificar el objetivo de precisión de la medición.

45

[0078] Etapas S510 a S518: el MEP local envía al MEP opuesto un primer mensaje de indicación de inicio de la iteración de medición, como delimitador de inicio de la primera iteración de medición. Después de recibir el primer mensaje de indicación de inicio de la iteración de medición, el MEP opuesto devolverá al MEP local un primer mensaje de respuesta de inicio de la iteración de medición. El MEP local inicia el envío de tráfico de prueba en base a los parámetros de medición configurados anteriormente, y finaliza el envío después de alcanzar la duración de la transmisión. Después de finalizar la transmisión de tráfico de prueba, el MEP local envía al MEP opuesto un primer mensaje de indicación de finalización de la iteración de medición, como delimitador de finalización de la primera iteración de medición. Después de recibir el primer mensaje de indicación de finalización de la iteración de medición y de finalizar la transmisión de tráfico de prueba, el MEP opuesto envía al MEP local un mensaje de cómputo, donde el mensaje de cómputo lleva el número de paquetes de datos recibidos por el MEP opuesto en el periodo de la primera iteración de medición.

50

55

[0079] Etapa S520: después de recibir el mensaje de cómputo, el MEP local calcula la pérdida de paquetes de tráfico de prueba en una dirección (es decir, la dirección desde el MEP local hacia el MEP opuesto). El resultado del cálculo determinará si se ejecutan las etapas posteriores.

[0080] En lo anterior, si la pérdida de paquetes del tráfico de prueba es 0, se finaliza la medición del caudal eficaz

unidireccional. Es decir, las etapas posteriores ya no se ejecutan, y la velocidad de transmisión inicial es el caudal eficaz unidireccional medido.

5 **[0081]** En lo anterior, si la pérdida de paquetes de tráfico de prueba no es 0, continúa la medición del caudal eficaz unidireccional. Es decir, el flujo continúa con la ejecución de las etapas posteriores.

[0082] Etapa S522: el MEP local adopta el algoritmo de búsqueda binaria para calcular la velocidad de transmisión utilizada por el MEP local para transmitir tráfico de prueba en la siguiente transmisión, con el fin de sustituir la velocidad de transmisión inicial en los parámetros de medición.

10

[0083] En el proceso de implementación específico, el MEP local puede adoptar asimismo otros algoritmos para calcular la velocidad de transmisión con el fin de enviar tráfico de prueba en la siguiente transmisión en dicha dirección.

15 **[0084]** Etapa S524: el MEP local envía al MEP opuesto un segundo mensaje de indicación de inicio de la iteración de medición, como un delimitador de inicio de la segunda iteración de medición.

[0085] Etapa S526: después de recibir el segundo mensaje de indicación del inicio de la iteración de medición, el MEP opuesto devolverá al MEP local un segundo mensaje de respuesta del inicio de la iteración de medición.

20

[0086] Etapa S528: el MEP local inicia el envío de tráfico de prueba. Los parámetros de medición utilizados son básicamente iguales que los de la primera iteración de medición, y la única diferencia es que ya no se utiliza la velocidad de transmisión inicial como velocidad de envío, sino que se utiliza la velocidad de transmisión que se ha calculado utilizando el algoritmo de búsqueda binaria.

25

[0087] Después de la ejecución de la etapa S528, el proceso de señalización y cálculo de la segunda iteración de medición es conforme al de la primera iteración de medición. Una vez que se ha completado la segunda iteración de medición, si la pérdida de paquetes de tráfico de prueba es 0, y la velocidad de transmisión cumple la condición del objetivo de precisión, se finaliza la medición del caudal eficaz unidireccional. La velocidad de transmisión de tráfico de prueba que se utiliza en la iteración de medición es el caudal eficaz medido. Si la pérdida de paquetes de tráfico de prueba es distinta de 0, continuará la ejecución de la tercera iteración de medición y así sucesivamente, hasta que la pérdida de paquetes del tráfico de prueba sea 0 y la velocidad de transmisión cumpla la condición del objetivo de precisión.

30

35 **[0088]** Etapa S530: después de N iteraciones de medición, se puede obtener el caudal eficaz unidireccional que cumple la condición del objetivo de precisión especificado, donde N representa un número variable de veces, y su valor está relacionado con la configuración de la velocidad de transmisión inicial, la selección del algoritmo de búsqueda y el objetivo de precisión.

40 **[0089]** En lo anterior, el tiempo de inicio de la etapa S508 es independiente de las etapas S502 a S506.

[0090] La figura 6 muestra un diagrama estructural de un MEP acorde con la realización de la invención. El MEP comprende: un dispositivo de transmisión 60, un primer dispositivo de recepción 62, un dispositivo de estimación 64 y un dispositivo de determinación 66.

45

[0091] El dispositivo de transmisión 60 está configurado para llevar a cabo la transmisión de los paquetes de datos con otro MEP en la red MPLS-TP, en un periodo de tiempo predeterminado.

50 **[0092]** El primer dispositivo de recepción 62 está configurado para, después del periodo de tiempo predeterminado, recibir información de medición retroalimentada por el otro MEP, donde la información de medición indica el número de paquetes de datos transmitidos por el otro MEP en esta transmisión.

[0093] El dispositivo de estimación 64 está configurado para estimar si se produce pérdida de paquetes en esta transmisión de los paquetes de datos, de acuerdo con la información de medición, y si no se produce, estimar si la velocidad de transmisión cumple la condición del objetivo de precisión.

55

[0094] El dispositivo de determinación 66 está configurado para obtener el caudal eficaz de la transmisión de los

paquetes de datos en la dirección de transmisión en base a que el dispositivo de estimación estime que no se produce pérdida de paquetes en esta transmisión de los paquetes de datos y que la velocidad de transmisión cumple la condición del objetivo de precisión.

- 5 **[0095]** En realizaciones de la invención, es necesario actualizar el hardware del propio dispositivo de comunicación (por ejemplo, añadiendo un generador de flujo de paquetes de datos), pero no es necesario el instrumento de medición. La medición del caudal eficaz bidireccional o del caudal eficaz unidireccional se puede iniciar y completar en un solo extremo (es decir, el MEP) del enlace medido, lo que ahorra mano de obra, recursos materiales y tiempo. Por lo tanto, se puede reducir el coste y se simplifica el funcionamiento y el mantenimiento.
- 10 **[0096]** Preferentemente, tal como se muestra en la figura 7, el MEP puede comprender además: un dispositivo de bloqueo 68, configurado para bloquear el MEP y el otro MEP.
- 15 **[0097]** Cuando se lleva a cabo la transmisión de los paquetes de datos en el modo de transmisión bidireccional, el dispositivo de bloqueo 68 está conectado con el dispositivo de transmisión 60. Bloquear los MEP en los dos extremos de la dirección de transmisión puede comprender además el proceso siguiente: un MEP inicia una función de prueba de diagnóstico de un modo de medición del caudal eficaz, y bloquea el MEP; y el MEP envía un comando a otro MEP para bloquear el otro MEP.
- 20 **[0098]** Mediante la función de bloqueo del dispositivo de bloqueo 68, antes de la prueba, se impide el paso de tráfico de servicio que transmite un MEP al otro MEP. De este modo, se puede mejorar de manera efectiva la precisión de la prueba.
- 25 **[0099]** Preferentemente, tal como se muestra en la figura 7, el MEP puede comprender además: un primer dispositivo de envío 70, configurado para, cuando se lleva a cabo la transmisión de los paquetes de datos en el modo de transmisión bidireccional, enviar al otro MEP el primer mensaje de indicación de inicio de la iteración de medición, donde el mensaje de indicación de inicio de la iteración de medición lleva información de identificación de inicio de la iteración de medición, información de indicación de envío de paquetes de datos mediante el otro MEP, y parámetros de configuración utilizados por el otro MEP para enviar los paquetes de datos; un segundo dispositivo de recepción 78, configurado para, cuando se lleva a cabo la transmisión de los paquetes de datos en el modo de transmisión bidireccional, recibir del otro MEP el primer mensaje de respuesta de inicio de la iteración de medición; un segundo dispositivo de envío 72, configurado para, cuando se lleva a cabo la transmisión de los paquetes de datos en el modo de transmisión unidireccional, enviar al otro MEP el segundo mensaje de indicación de inicio de la iteración de medición, donde el mensaje de indicación de inicio de la iteración de medición lleva información de identificación del inicio de la iteración de medición; y el tercer dispositivo de recepción 80, configurado para, cuando se lleva a cabo la transmisión de los paquetes de datos en el modo de transmisión unidireccional, recibir del otro MEP un segundo mensaje de respuesta de inicio de la iteración de medición.
- 30 **[0100]** Tanto la medición del caudal eficaz bidireccional como la medición del caudal eficaz unidireccional se pueden iniciar en el MEP local. Tal como se ha descrito anteriormente, antes del inicio, es necesario configurar los parámetros de medición del tráfico de prueba, y específicamente el objetivo de precisión de la medición.
- 35 **[0101]** Si se trata de la medición del caudal eficaz bidireccional, aparte de servir como el delimitador de inicio de la iteración de medición (es decir, información de identificación del inicio de la iteración de medición), el mensaje de indicación de inicio de la iteración de medición que el MEP local envía al MEP opuesto tiene asimismo que llevar un comando (es decir, información de indicación del envío de paquetes de datos mediante el otro MEP) que solicita al MEP opuesto que transmita tráfico de prueba y los parámetros de medición proporcionados al MEP opuesto. Estos son los parámetros de configuración (es decir, los parámetros de configuración utilizados por el otro MEP para enviar los paquetes de datos) cuando el MEP opuesto transmite tráfico de prueba.
- 40 **[0102]** Si se trata de la medición del caudal eficaz unidireccional, el mensaje de indicación de inicio de la iteración de medición que el MEP local envía al MEP opuesto sirve solamente como el delimitador de inicio de la iteración de medición (es decir, información de identificación de inicio de la iteración de medición). Puede ser que el mensaje de indicación de inicio de la iteración de medición no lleve ningún otro contenido.
- 45 **[0103]** Preferentemente, el primer dispositivo de envío 70 y el segundo dispositivo de envío 72 están configurados además para enviar al otro MEP el mensaje de indicación de finalización de la iteración de medición, donde el
- 50
- 55

mensaje de indicación de finalización de la iteración de medición indica la finalización del envío de paquetes de datos mediante el MEP (es decir, el MEP local) en esta transmisión.

5 **[0104]** El primer dispositivo de envío 70 y el segundo dispositivo de envío 72 envían el mensaje de indicación de finalización de la iteración de medición al otro MEP (es decir, al MEP opuesto) para indicar la finalización de la iteración de medición. A continuación, el MEP opuesto puede medir el número de paquetes de datos recibidos de manera efectiva y retroalimentarlo. De este modo, se puede proporcionar una base para el cálculo posterior de la pérdida de paquetes, y se puede simplificar el proceso operativo de la medición.

10 **[0105]** Preferentemente, tal como se muestra en la figura 7, el dispositivo de estimación 64 comprende: una primera unidad estimación 640, configurada para, cuando se lleva a cabo la transmisión de los paquetes de datos en el modo de transmisión bidireccional, estimar si la pérdida de paquetes P1 en la dirección directa y la pérdida de paquetes P2 en la dirección inversa son 0; y una segunda unidad estimación 642 configurada para, cuando se lleva a cabo la transmisión de los paquetes de datos en el modo de transmisión unidireccional, estimar si la pérdida de
15 paquetes P1 en la dirección directa es 0; donde la dirección directa es aquella en que el MEP envía un paquete de datos al otro MEP, y la dirección inversa es aquella en la que el otro MEP envía un paquete de datos al MEP.

[0106] Si se trata de la medición del caudal eficaz bidireccional, el MEP opuesto enviará un mensaje de cómputo después de finalizar la transmisión de tráfico de prueba y de recibir el mensaje de indicación de finalización de la
20 iteración de medición, donde el mensaje de cómputo comprende tanto el número de paquetes de datos enviados como el número de paquetes de datos recibidos por el MEP opuesto en el periodo de una única iteración de medición. Si el número de paquetes de datos enviados y el número de paquetes de datos recibidos por el MEP local en el periodo de una única iteración de medición son respectivamente TX1 y RX1, y el número de paquetes de datos enviados y el número de paquetes de datos recibidos en el mensaje de cómputo recibido por el MEP local son
25 respectivamente TX2 y RX2, entonces las pérdidas de paquetes en las dos direcciones se calculan respectivamente como sigue:

pérdida de paquetes en la dirección directa $PLR_{directa}$ (es decir P1) = $(TX1 - RX2)/TX1$;

30 pérdida de paquetes en la dirección inversa $PLR_{inversa}$ (es decir P2) = $(TX2 - RX1)/TX2$;

[0107] Si se trata de la medición del caudal eficaz unidireccional, el MEP opuesto enviará un mensaje de cómputo después de recibir el mensaje de indicación de finalización de la iteración de medición, donde el mensaje de cómputo comprende solamente el número de paquetes de datos recibidos por el MEP opuesto en el periodo de una
35 única iteración de medición. Si el número de paquetes de datos enviados por el MEP local en el periodo de una única iteración de medición es TX, y el número de paquetes de datos recibidos en el mensaje de cómputo recibido por el MEP local es RX, la pérdida de paquetes en una dirección se calcula entonces como sigue:

pérdida de paquetes PLR (es decir P1) = $(TX - RX)/TX$.

40 **[0108]** La pérdida de paquetes en la transmisión unidireccional o en la bidireccional de los paquetes de datos, se puede calcular con precisión por medio del proceso de cálculo anterior. Estimar si se produce pérdida de paquetes en función del resultado del cálculo y estimar si la velocidad de transmisión cumple la condición del objetivo de precisión, puede determinar si es necesario llevar a cabo la siguiente iteración de medición, de la medición del
45 caudal eficaz. Asimismo, el algoritmo es simple y fácil de implementar.

[0109] Preferentemente, tal como se muestra en la figura 7, el MEP puede comprender además: un primer dispositivo de procesamiento 74, configurado para, cuando se lleva a cabo la transmisión de los paquetes de datos en el modo de transmisión bidireccional, si se produce pérdida de paquetes en la transmisión o la velocidad de
50 transmisión no cumple la condición del objetivo de precisión, adoptar el algoritmo de búsqueda binaria para cambiar iteración a iteración la velocidad de transmisión para transmitir los paquetes de datos, y llevar una nueva velocidad de transmisión de la dirección inversa en el mensaje de indicación de inicio de la iteración de medición durante el envío al otro MEP, hasta que no se produce pérdida de paquetes en la transmisión bidireccional del paquete de datos y las velocidades de transmisión en ambas direcciones cumplen la condición del objetivo de precisión; y un
55 segundo dispositivo de procesamiento 76, configurado para, cuando se lleva a cabo la transmisión de los paquetes de datos en el modo de transmisión unidireccional, si se produce pérdida de paquetes en la transmisión o la velocidad de transmisión no cumple la condición del objetivo de precisión, adoptar el algoritmo de búsqueda binaria

para cambiar iteración a iteración la velocidad de transmisión para transmitir los paquetes de datos, hasta que no se produce pérdida de paquetes en la transmisión unidireccional del paquete de datos y la velocidad de transmisión cumple la condición del objetivo de precisión.

- 5 **[0110]** En el proceso de implementación específico, cuando el primer dispositivo de procesamiento 74 cambia la velocidad de transmisión para transmitir los paquetes de datos, no se limita a la utilización del algoritmo de búsqueda binaria para calcular la velocidad de transmisión para transmitir los paquetes de datos en la siguiente transmisión. Se pueden adoptar asimismo otros algoritmos para calcular la velocidad de transmisión para transmitir los paquetes de datos en la siguiente transmisión.
- 10 **[0111]** En el proceso de implementación específico, puede llevar un cierto número de iteraciones de medición obtener finalmente el caudal eficaz que cumple la condición del objetivo de precisión especificado. El número de iteraciones de medición es un número variable, y está relacionado con la configuración de la velocidad de transmisión inicial, la selección del algoritmo de búsqueda y el objetivo de precisión.
- 15 **[0112]** Adoptar el algoritmo de búsqueda binaria puede conseguir rápidamente la velocidad de transmisión para transmitir los paquetes de datos en la siguiente transmisión, mejorar la eficiencia de la medición y simplificar el proceso operativo.
- 20 **[0113]** En conclusión, las realizaciones anteriores proporcionadas por la invención dan a conocer la solución técnica para la medición del caudal eficaz (que comprende la medición del caudal eficaz bidireccional y la medición del caudal eficaz unidireccional) en la red MPLS-TP, en base a la entidad funcional OAM. Esta solución supera los problemas de la solución técnica actual consistentes en que es necesario utilizar el instrumento de medición y que es necesario llevar a cabo simultáneamente la medición en los dos extremos del enlace medido. Esta solución no
- 25 necesita instrumento de medición, y puede iniciar y completar la medición del caudal eficaz bidireccional o del caudal eficaz unidireccional en un solo extremo del enlace medido. Por lo tanto, el coste de medición del caudal eficaz se reduce sensiblemente, y se simplifica el funcionamiento y el mantenimiento.
- [0114]** Obviamente, los expertos en la materia deberán apreciar que los módulos y etapas de la invención
- 30 descritos anteriormente pueden ser realizados mediante un dispositivo informático de propósito general, y pueden estar centralizados en un único dispositivo informático o distribuidos en una red compuesta de múltiples dispositivos informáticos; opcionalmente, pueden ser realizados mediante código de programa que pueda ser ejecutado por el dispositivo informático, de tal modo que pueden ser almacenados en un dispositivo de almacenamiento y ejecutados mediante el dispositivo informático. Además, en determinadas condiciones, las etapas presentadas o descritas se
- 35 pueden ejecutar en un orden diferente al descrito aquí; o se realizan en módulos de circuitos integrados, respectivamente; o múltiples módulos y etapas de éstos están realizados en un único módulo de circuito integrado. De este modo, la invención no se limita a ninguna combinación particular de hardware y software.
- [0115]** Lo anterior son solamente las realizaciones preferidas de la invención y no está destinado a limitar la
- 40 invención. Para los expertos en la materia, la invención puede tener diversas modificaciones y cambios. El alcance de protección de la presente invención se debe definir mediante las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para medir el caudal eficaz, aplicado en una red de Conmutación de Etiquetas Multiprotocolo - Perfil de Transporte, MPLS-TP, **caracterizado porque** comprende:
- 5 un primer punto extremo de mantenimiento, MEP, en la red MPLS-TP, que lleva a cabo una transmisión bidireccional o unidireccional de paquetes de datos con un segundo MEP en la red MPLS-TP en un periodo de tiempo predeterminado (S302);
- 10 después del periodo de tiempo predeterminado, recibir en el primer MEP información de medición retroalimentada por el segundo MEP (S304), donde la información de medición indica el número de paquetes de datos transmitidos por el segundo MEP en esta transmisión; y
- en función de la información de medición, determinar en el primer MEP que no se produce pérdida de paquetes en esta transmisión de los paquetes de datos y que una velocidad de transmisión cumple una condición del objetivo de precisión, y obtener a continuación el caudal eficaz de la transmisión de los paquetes de datos en una dirección de transmisión (S306);
- 15 cuando se lleva a cabo la transmisión de los paquetes de datos en un modo de transmisión bidireccional, antes de que el primer MEP lleve a cabo la transmisión de los paquetes de datos con el segundo MEP, el procedimiento comprende además: enviar, mediante el primer MEP, un mensaje de indicación del inicio de la iteración de medición al segundo MEP, donde el mensaje de indicación del inicio de la iteración de medición lleva información de identificación del inicio de la iteración de medición, información de indicación de transmisión de los paquetes de datos mediante el segundo MEP y parámetros de configuración utilizados por el segundo MEP para transmitir los paquetes de datos; y recibir, por el primer MEP, un mensaje de respuesta de inicio de la iteración de medición procedente del segundo MEP;
- 20 o,
- 30 cuando se lleva a cabo la transmisión de los paquetes de datos en un modo de transmisión unidireccional, antes de que el primer MEP lleve a cabo la transmisión de los paquetes de datos con el segundo MEP, el procedimiento comprende además:
- enviar, mediante el primer MEP, un mensaje de indicación del inicio de la iteración de medición al segundo MEP, donde el mensaje de indicación del inicio de la iteración de medición lleva información de identificación del inicio de la iteración de medición; y
- 35 recibir, mediante el primer MEP, un mensaje de respuesta de inicio de la iteración de medición desde el segundo MEP.
- 40
2. El procedimiento acorde con la reivindicación 1, **caracterizado porque** antes de que el primer MEP lleve a cabo transmisión bidireccional o unidireccional de los paquetes de datos con el segundo MEP, el procedimiento comprende además: bloquear el primer MEP y el segundo MEP; y
- 45 bloquear el primer MEP y el segundo MEP comprende:
- iniciar, mediante el primer MEP, una función de prueba de diagnóstico de un modo de medición del caudal eficaz, y bloquear el primer MEP; y enviar, mediante el primer MEP, un comando al segundo MEP para bloquear el segundo MEP.
- 50
3. El procedimiento acorde con la reivindicación 1, **caracterizado porque** cuando se lleva a cabo la transmisión de los paquetes de datos en un modo de transmisión bidireccional, los parámetros de configuración comprenden:
- 55 una velocidad de transmisión utilizada por el segundo MEP para transmitir los paquetes de datos en esta transmisión, una duración de la transmisión, un tamaño del paquete de datos, una prioridad del paquete de datos y una estructura del paquete de datos.

4. El procedimiento acorde con la reivindicación 1, cuando se lleva a cabo la transmisión de los paquetes de datos en el modo de transmisión bidireccional, **caracterizado porque** comprende además:

5 enviar, mediante el primer MEP, un mensaje de indicación de finalización de la iteración de medición al segundo MEP, en el que el mensaje de indicación de finalización de la iteración de medición indica la finalización de la transmisión de los paquetes de datos mediante el primer MEP en esta transmisión; y

10 recibir, mediante el primer MEP, un mensaje de respuesta de finalización de la iteración de medición, es decir un mensaje de cómputo, desde el segundo MEP, donde el mensaje de respuesta de finalización de la iteración de medición lleva el número de paquetes de datos transmitidos por el segundo MEP.

5. El procedimiento acorde con las reivindicaciones 3 ó 4, **caracterizado porque** estimar mediante el primer MEP si se produce pérdida de paquetes en esta transmisión de los paquetes de datos, de acuerdo con la información de medición, comprende:

20 estimar, mediante el primer MEP, si una pérdida de paquetes P1 en una dirección directa y una pérdida de paquetes P2 en una dirección inversa son 0 al mismo tiempo, donde la dirección directa es una dirección en la que el primer MEP transmite los paquetes de datos al segundo MEP, y la dirección inversa es una dirección en la que el segundo MEP transmite los paquetes de datos al primer MEP.

6. El procedimiento acorde con las reivindicaciones 3 ó 4, cuando se lleva a cabo la transmisión de los paquetes de datos en el modo de transmisión bidireccional, **caracterizado porque** comprende además: si el primer MEP determina que se produce pérdida de paquetes en la transmisión de los paquetes de datos o que la velocidad de transmisión no cumple la condición del objetivo de precisión, el primer MEP adopta un algoritmo de búsqueda binaria para cambiar iteración a iteración la velocidad de transmisión para transmitir los paquetes de datos, y lleva una nueva velocidad de transmisión de una dirección inversa en el mensaje de indicación del inicio de la iteración de medición al segundo MEP, hasta que no se produce pérdida de paquetes en ambas direcciones de la transmisión bidireccional de los paquetes de datos y la velocidad de transmisión cumple la condición del objetivo de precisión.

7. El procedimiento acorde con la reivindicación 1, cuando se lleva a cabo la transmisión de los paquetes de datos en el modo de transmisión unidireccional, **caracterizado porque** comprende además:

35 enviar, mediante el primer MEP, un mensaje de indicación de finalización de la iteración de medición al segundo MEP, en el que el mensaje de indicación de finalización de la iteración de medición indica la finalización del envío de los paquetes de datos mediante el primer MEP en esta transmisión; y

40 recibir, mediante el primer MEP, un mensaje de respuesta de finalización de la iteración de medición, es decir un mensaje de cómputo, desde el segundo MEP, donde el mensaje de respuesta de finalización de la iteración de medición lleva el número de paquetes de datos recibidos por el segundo MEP.

8. El procedimiento acorde con la reivindicación 7, **caracterizado porque** estimar mediante el primer MEP si se produce pérdida de paquetes en esta transmisión de los paquetes de datos, de acuerdo con la información de medición, comprende:

45 estimar, por el primer MEP, si una pérdida de paquetes P1 en una dirección directa es 0, donde la dirección directa es una dirección en la que el primer MEP transmite los paquetes de datos al segundo MEP.

9. El procedimiento acorde con la reivindicación 7, **caracterizado porque** comprende además: si el primer MEP determina que se produce pérdida de paquetes en esta transmisión de los paquetes de datos o que la velocidad de transmisión no cumple la condición del objetivo de precisión, adoptar por el primer MEP un algoritmo de búsqueda binaria para cambiar iteración a iteración la velocidad de transmisión para transmitir los paquetes de datos, hasta que no se produce pérdida de paquetes en la transmisión unidireccional de los paquetes de datos y la velocidad de transmisión cumple la condición del objetivo de precisión.

55 10. Un punto extremo de mantenimiento, MEP, aplicado en una red de Conmutación de Etiquetas Multiprotocolo - Perfil de Transporte, MPLS-TP, **caracterizado porque** comprende:

un dispositivo de transmisión (60), configurado para llevar a cabo una transmisión bidireccional o unidireccional de paquetes de datos con otro MEP en la red MPLS-TP, en un periodo de tiempo predeterminado;

5 un primer dispositivo de recepción (62), configurado para, después del periodo de tiempo predeterminado, recibir información de medición retroalimentada por el otro MEP, donde la información de medición indica el número de paquetes de datos transmitidos por el otro MEP en esta transmisión;

10 un dispositivo de estimación (64), configurado para estimar si se produce pérdida de paquetes en esta transmisión de los paquetes de datos de acuerdo con la información de medición, y si no se produce, estimar si una velocidad de transmisión cumple una condición del objetivo de precisión; y

15 un dispositivo de determinación (66), configurado para obtener un caudal eficaz de la transmisión de los paquetes de datos en una dirección de transmisión en base a que el dispositivo de estimación estime que no se produce pérdida de paquetes en esta transmisión de los paquetes de datos y que la velocidad de transmisión cumple la condición del objetivo de precisión;

20 un primer dispositivo de envío (70), configurado para, cuando se lleva a cabo la transmisión de los paquetes de datos en un modo de transmisión bidireccional, enviar un primer mensaje de indicación del inicio de la iteración de medición al otro MEP, en el que el primer mensaje de indicación del inicio de la iteración de medición lleva información de identificación del inicio de la iteración de medición, información de indicación del envío de paquetes de datos mediante el otro MEP, y parámetros de configuración utilizados por el otro MEP para enviar los paquetes de datos; un segundo dispositivo de recepción (78), configurado para, cuando se lleva a cabo la transmisión de los paquetes de datos en el modo de transmisión bidireccional, recibir desde el otro MEP un primer mensaje de respuesta del inicio de la iteración de medición; un segundo dispositivo de envío (72), configurado para, cuando se lleva a cabo la transmisión de los paquetes de datos en un modo de transmisión unidireccional, enviar un segundo mensaje de indicación del inicio de la iteración de medición al otro MEP, donde el segundo mensaje de indicación del inicio de la iteración de medición lleva la información de identificación del inicio de la iteración de medición; y un tercer dispositivo de recepción (80), configurado para, cuando se lleva a cabo la transmisión de los paquetes de datos en el modo de transmisión unidireccional, recibir desde el otro MEP un segundo mensaje de respuesta del inicio de la iteración de medición.

11. El MEP acorde con la reivindicación 10, **caracterizado porque** comprende además:

35 un dispositivo de bloqueo (68), configurado para bloquear el MEP y el otro MEP.

12. El MEP acorde con las reivindicaciones 10 ó 11, **caracterizado porque**

40 el primer dispositivo de envío (70) y el segundo dispositivo de envío (72) están configurados además para enviar al otro MEP un mensaje de indicación de la finalización de la iteración de medición, donde el mensaje de indicación de la finalización de la iteración de medición indica la finalización del envío de paquetes de datos mediante el MEP en esta transmisión; o

45 el dispositivo de estimación (64) comprende una primera unidad estimación (640), configurada para, cuando se lleva a cabo la transmisión de los paquetes de datos en el modo de transmisión bidireccional, estimar si una pérdida de paquetes P1 en una dirección directa y una pérdida de paquetes P2 en una dirección inversa son 0 al mismo tiempo; y una segunda unidad estimación (642), configurada para, cuando se lleva a cabo la transmisión de los paquetes de datos en el modo de transmisión unidireccional, estimar si la pérdida de paquetes P1 en la dirección directa es 0; donde la dirección directa es una dirección en la que el MEP envía los paquetes de datos al otro MEP, y la dirección inversa es una dirección en la que el otro MEP envía los paquetes de datos al MEP; o

55 el MEP comprende además: un primer dispositivo de procesamiento (74), configurado para, cuando se lleva a cabo la transmisión de los paquetes de datos en el modo de transmisión bidireccional, si se produce la pérdida de paquetes en la transmisión o la velocidad de transmisión no cumple la condición del objetivo de precisión, adoptar un algoritmo de búsqueda binaria para cambiar iteración a iteración la velocidad de transmisión para transmitir los paquetes de datos, y llevar una nueva velocidad de transmisión de una dirección inversa en el mensaje de indicación del inicio de la iteración de medición durante el envío al otro MEP, hasta que no se produce la pérdida de paquetes

en ambas direcciones de la transmisión bidireccional de los paquetes de datos y la velocidad de transmisión cumple la condición del objetivo de precisión; y un segundo dispositivo de procesamiento (76), configurado para, cuando se lleva a cabo la transmisión de los paquetes de datos en el modo de transmisión unidireccional, si se produce la pérdida de paquetes en la transmisión o la velocidad de transmisión no cumple la condición del objetivo de precisión, 5 adoptar el algoritmo de búsqueda binaria para cambiar iteración a iteración la velocidad de transmisión para transmitir los paquetes de datos, hasta que no se produce la pérdida de paquetes en la transmisión unidireccional de los paquetes de datos y la velocidad de transmisión cumple la condición del objetivo de precisión.

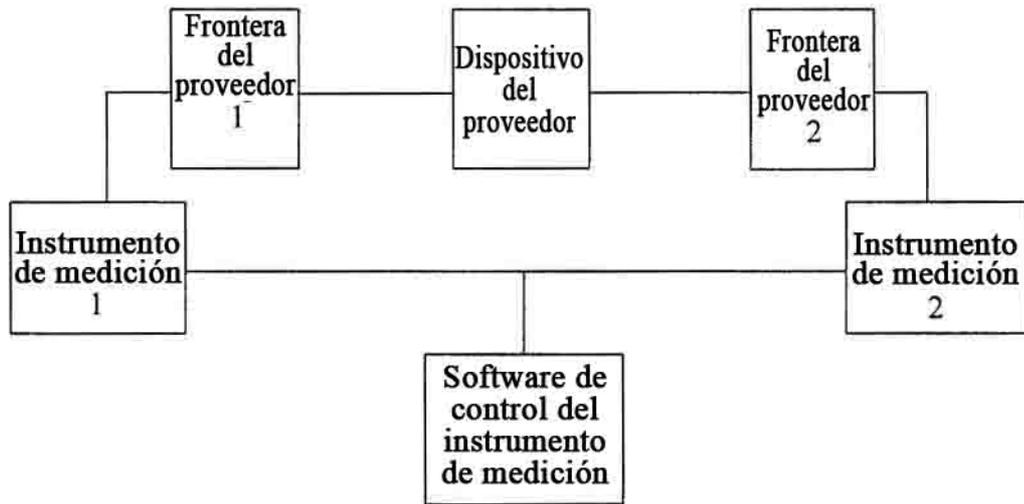


Fig. 1

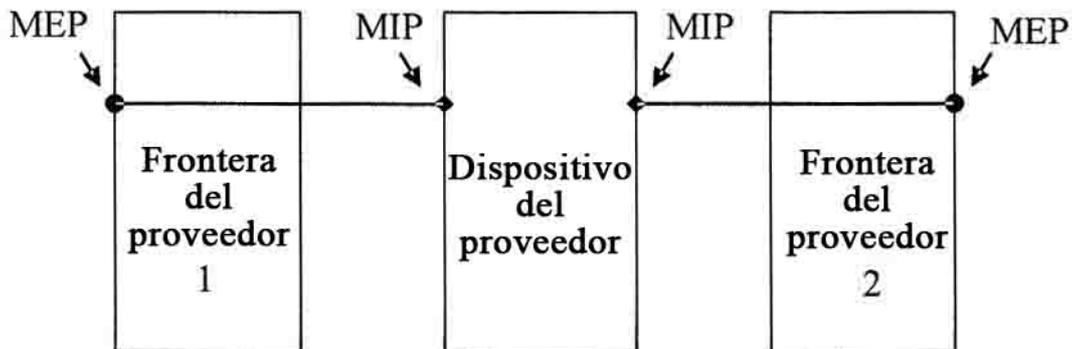


Fig. 2

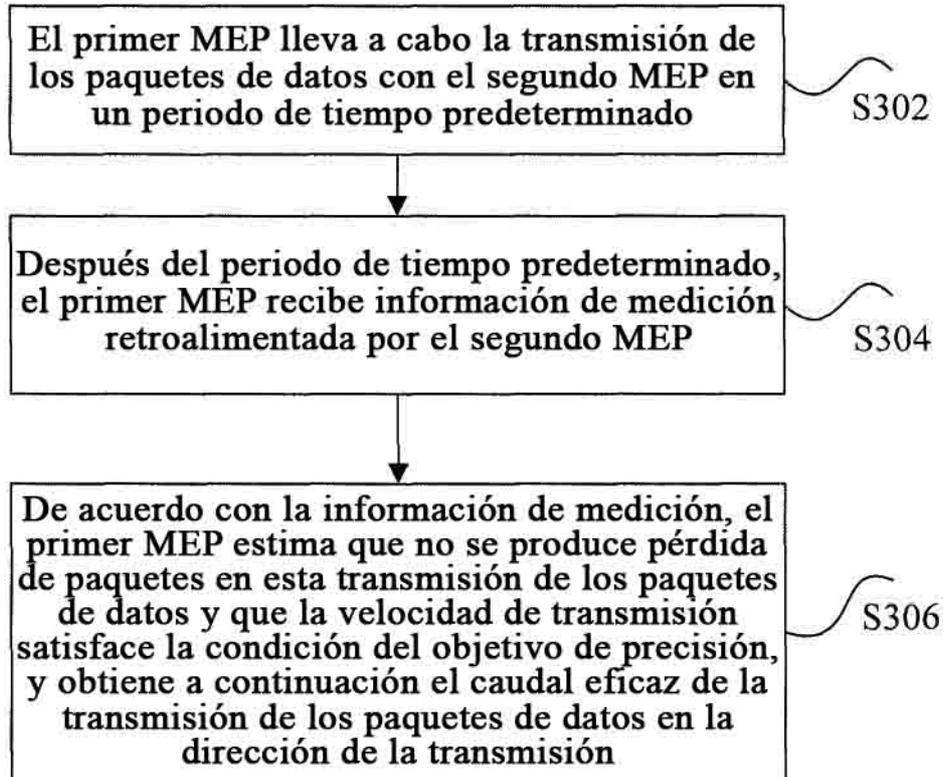


Fig. 3

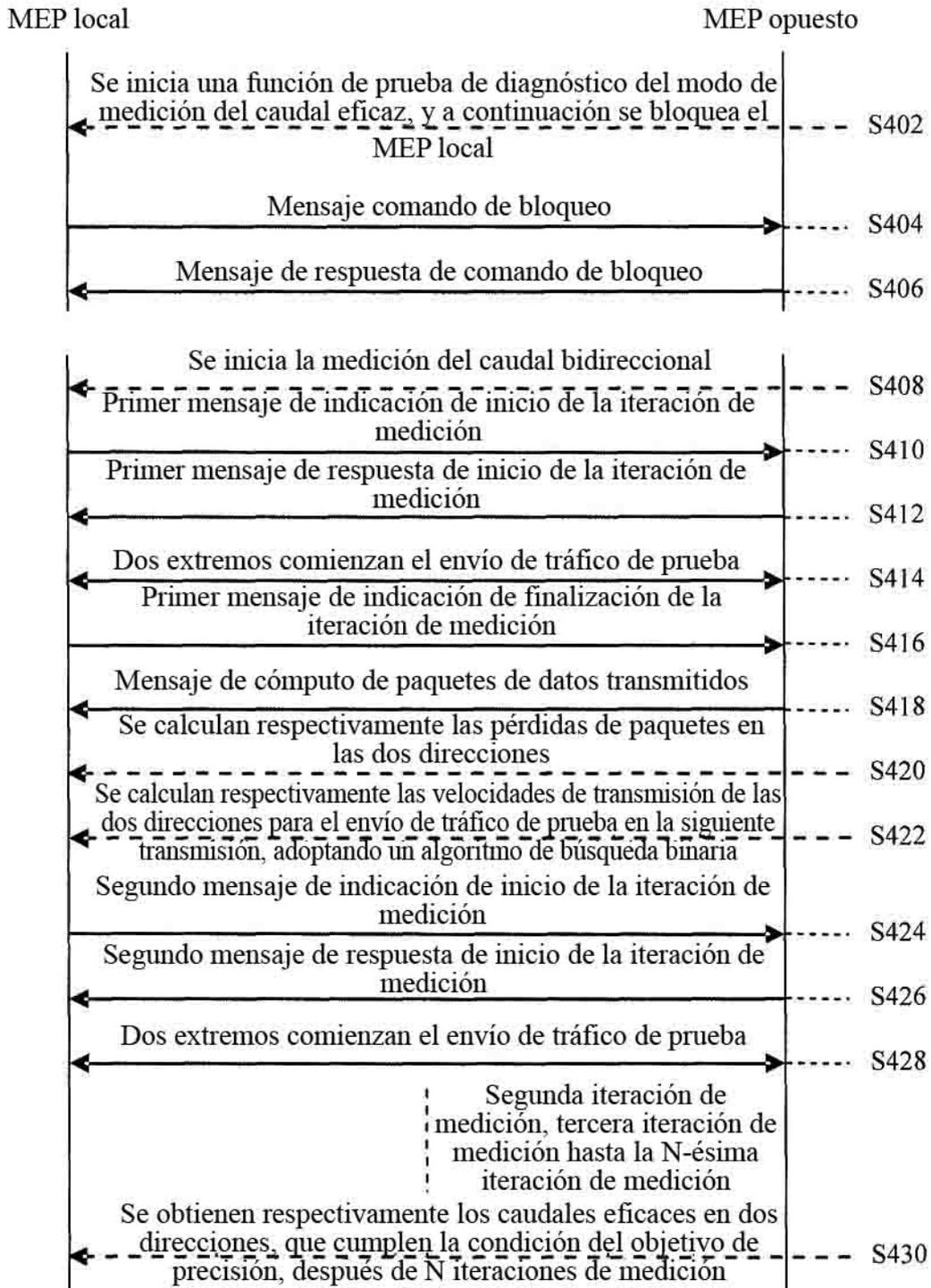


Fig. 4

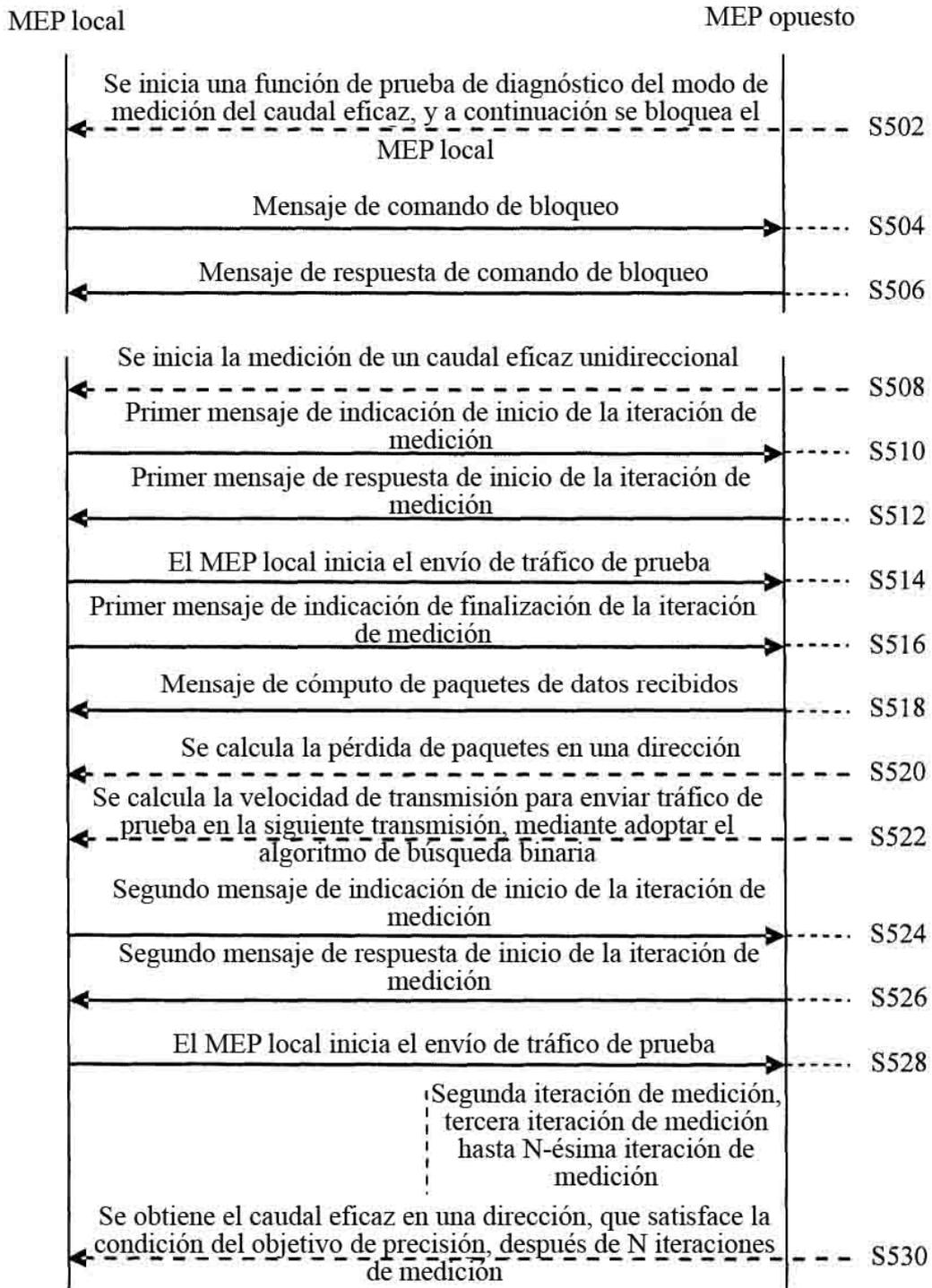


Fig. 5

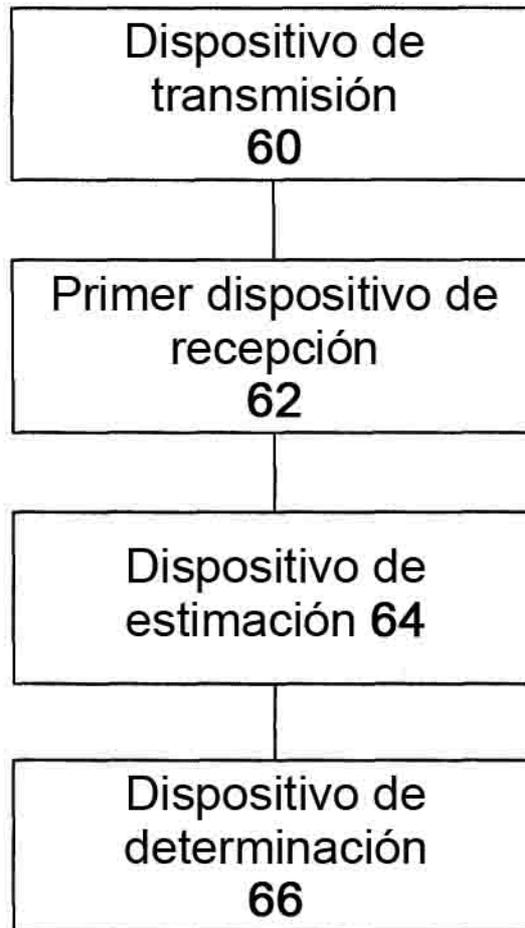


Fig. 6

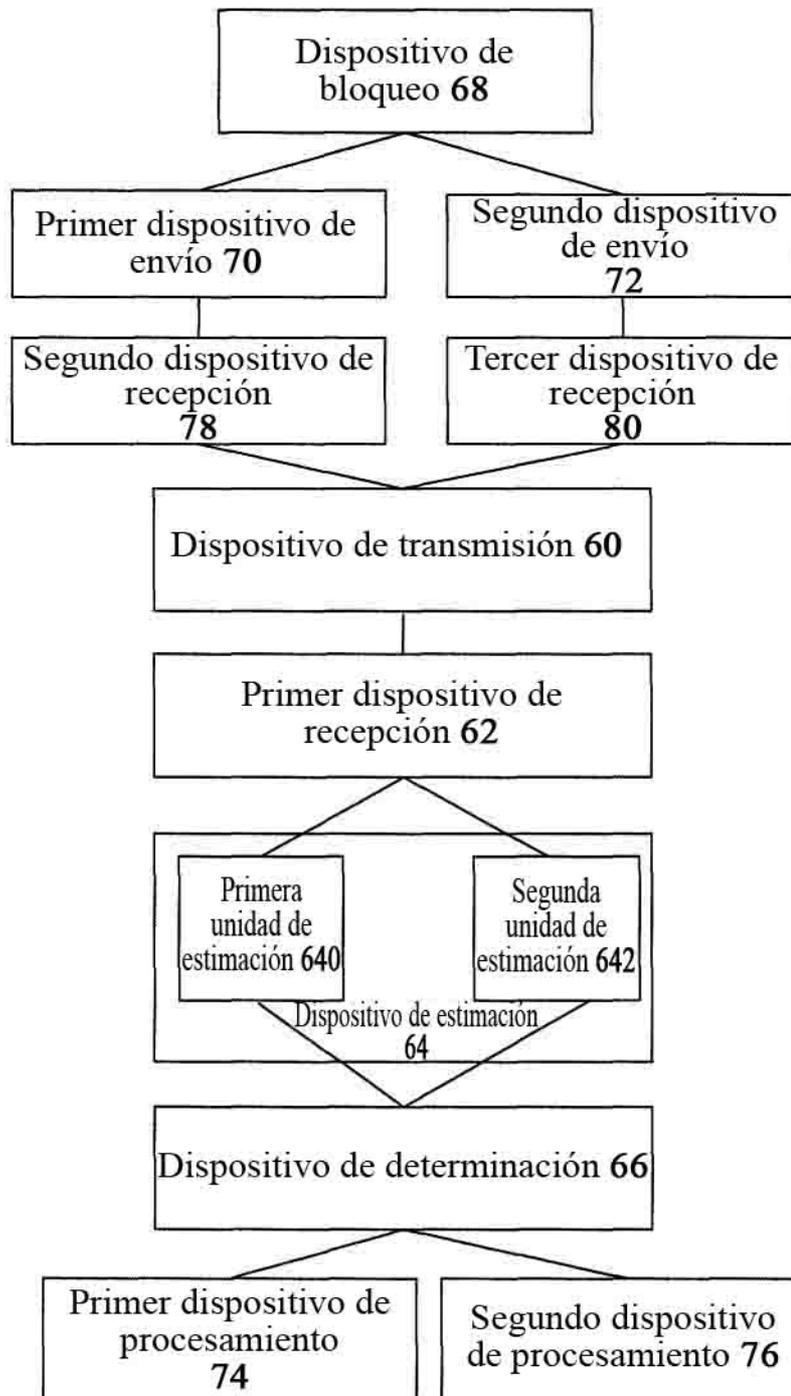


Fig. 7