

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 382 365**

51 Int. Cl.:  
**H04L 12/24** (2006.01)  
**H04L 12/56** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07801068 .3**
- 96 Fecha de presentación: **10.09.2007**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **2025096**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.02.2009**

54 Título: **Procedimiento jerarquizado y propagación de fallos parciales en una red de conmutación de paquetes**

30 Prioridad:  
**07.02.2007 US 672214**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**07.06.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**07.06.2012**

73 Titular/es:  
**HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.  
HUAWEI ADMINISTRATION BUILDING BANTIAN  
LONGGANG DISTRICT  
SHENZHEN, GUANGDONG PROVINCE 518129,  
CN**

72 Inventor/es:  
**YONG, Lucy;  
DUNBAR, Linda y  
SULTAN, Robert**

74 Agente/Representante:  
**Lehmann Novo, Isabel**

ES 2 382 365 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**

Procesamiento jerarquizado y propagación de fallos parciales en una red de conmutación de paquetes

5 CAMPO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere al campo de comunicaciones de redes y en particular, al procesamiento jerarquizado y la propagación de fallos parciales en una red de conmutación de paquetes.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

15 Las redes modernas de comunicaciones y datos están constituidas por nodos que transportan datos a través de la red. Los nodos incluyen encaminadores, puentes y/o conmutadores que seleccionan rutas para las tramas individuales para desplazarse a través de la red. Cuando grandes cantidades de datos han de transportarse desde un origen común, A, a un destino común, Z, se puede establecer una conexión lógica desde A a Z y todos los datos a transportarse desde A a Z pueden ser objeto de mapeado para esta conexión. De este modo, los nodos en la conexión ya no necesitan determinar la ruta para transportar las tramas. En cambio, los nodos simplemente transportan los datos al siguiente nodo en la conexión, lo que mejora notablemente la eficiencia del transporte de datos. A continuación, los datos se transportan desde un nodo a otro a través de la red, hasta que los datos lleguen al nodo de destino.

20 Lamentablemente, los nodos y sus enlaces físicos a veces sufren fallos operativos. Ejemplos de estos fallos incluyen roturas en los enlaces físicos y fallos de nodos. Los fallos degradan el rendimiento del sistema eliminando los datos como si se transportaran a través de la red. Aún cuando el fallo no cause la eliminación de los datos, el fallo puede crear una disminución inadmisibles en el rendimiento de la red. Más concretamente, algunos fallos pueden hacer que un nodo parezca estar funcionando con normalidad cuando, en realidad, el nodo solamente tiene una fracción de su capacidad normal. En consecuencia, se necesita un sistema perfeccionado para identificar y dar respuesta a los fallos de la red.

25 El documento EP 1545071 A1 da a conocer un método para la gestión mejorada de los cambios del ancho de banda, de carácter dinámico, en una red de transporte que utiliza la multiplexación inversa, de modo que al menos un punto extremo de conexión de una conexión no corresponda a un punto extremo de multiplexación inversa. Dicho método incluye una etapa en donde dicho al menos un punto extremo de conexión es informado de dicho cambio del ancho de banda mediante al menos en un punto extremo de multiplexación inversa que tiene conocimiento de dicho cambio del ancho de banda.

30 El documento WO 2006/101668 A2 da a conocer un método y sistema para proporcionar una calidad de servicio, QoS, en una red después de que se descubra un fallo de la red. La red incluye al menos un túnel primario y al menos un túnel de reserva que protege un segmento del túnel primario. El método comprende la recepción de una notificación de un fallo dentro del segmento de túnel primario y el reencaminamiento de los paquetes recibidos en el túnel de reserva. Los paquetes reencaminados están marcados para identificar los paquetes afectados por el fallo y están sujetos a una política diferente de QoS, que los paquetes que no han sido reencaminados debido al fallo.

35 El documento US 2003/0117951 A1 da a conocer una protección de ruta de servicio para servicios de datos basados en paquetes (p.e., GbE o FC) haciendo disponible para un servicio protegido, como y cuando se necesite, un ancho de banda de transporte preemptible (p.e., compartible) (p.e., STS-1s para una red SONET) utilizado, bajo condiciones normales, para transportar otros servicios de datos.

40 SUMARIO DE LA INVENCIÓN

45 Una forma de realización de la presente invención proporciona una componente de red de comunicaciones, que comprende:

50 un procesador, configurado para poner en práctica un método que incluye el envío de un mensaje de fallo que contiene datos de degradación, en donde los datos de degradación indican una reducción del ancho de banda debido a un fallo parcial de un enlace agregado, que es un fallo de entre una pluralidad de enlaces que constituye el enlace agregado.

55 Una forma de realización de la presente invención da a conocer un método que comprende:

60 la recepción de un mensaje de fallo que incluye datos de degradación asociados con un fallo parcial de un enlace agregado, que es un fallo de entre una pluralidad de enlaces que constituyen el enlace agregado;

65 la determinación de si un ancho de banda disponible es menor, o no, que un ancho de banda reservado para una pluralidad de conexiones asociadas con el fallo parcial y

la modificación del ancho de banda reservado para la pluralidad de conexiones si el ancho de banda disponible es menor que el ancho de banda reservado para la pluralidad de conexiones.

Un ejemplo de la presente invención da a conocer una red, que comprende: una pluralidad de al menos nodos parcialmente interconectados, un enlace agregado que conecta dos de los nodos, un primer túnel que comprende al menos algunos de los nodos y el enlace agregado, estando el primer túnel configurado para transportar una pluralidad de instancias de servicio y un segundo túnel que comprende al menos algunos de los nodos pero no el enlace agregado, estando el segundo túnel configurado para transportar las instancias de servicio, en donde algunas de las instancias de servicio son reenviadas desde el primer túnel al segundo túnel cuando se produce un fallo operativo.

Estas y otras características se harán más evidentes a partir de la descripción detallada dada a continuación haciendo referencia a los dibujos adjuntos y a las reivindicaciones.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para un mejor entendimiento de esta idea inventiva, puede hacerse referencia a la breve descripción siguiente, que establece una conexión con los dibujos adjuntos y la descripción detallada, en donde las referencias numéricas similares representan elementos similares.

La Figura 1 es un marco de trabajo de una forma de realización de un sistema de comunicaciones.

La Figura 2 ilustra una forma de realización de la relación jerarquizada de las conexiones.

La Figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra un método de procesamiento de nodos de salida según una forma de realización de la presente invención.

La Figura 4 es un marco de trabajo de una forma de realización con respecto a un mensaje de fallo.

La Figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra un método de procesamiento de nodos de entrada según una forma de realización de la presente invención.

La Figura 6 es un ejemplo de un diagrama de estados para el nodo de entrada.

La Figura 7 es un ejemplo de un diagrama de estados para el nodo de salida.

La Figura 8 es un ejemplo de un sistema de comunicaciones bajo condiciones normales.

La Figura 9A es un ejemplo del protocolo de mensajes para el sistema de comunicaciones bajo condiciones de fallos parciales.

La Figura 9B es un ejemplo del sistema de comunicaciones bajo condiciones de fallos parciales.

La Figura 10A es otro ejemplo del protocolo de mensaje para el sistema de comunicaciones bajo condiciones de fallos parciales.

La Figura 10B es otro ejemplo del sistema de comunicaciones bajo condiciones de fallos parciales.

La Figura 11A es otro ejemplo del protocolo de mensaje para el sistema de comunicaciones bajo condiciones de fallos parciales.

La Figura 11B es otro ejemplo del sistema de comunicaciones bajo condiciones de fallos parciales.

La Figura 12 es un ejemplo de otro sistema de comunicaciones bajo condiciones normales.

La Figura 13 es un ejemplo del otro sistema de comunicaciones bajo condiciones de fallos parciales.

La Figura 14 es un marco de trabajo de una componente de red para uso general según una forma de realización de la presente invención.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

Debe entenderse, desde el principio, que aunque se da a conocer a continuación una puesta en práctica ilustrativa de una o más formas de realización, los sistemas y/o métodos dados a conocer se pueden realizar utilizando cualquier número de tecnologías, actualmente conocidas o en existencia. La idea inventiva no debe, en manera alguna, limitarse a las realizaciones ilustrativas, dibujos y tecnologías descritas a continuación, incluyendo los diseños y realizaciones, a modo de ejemplo, ilustradas y descritas a continuación, sino que pueden modificarse dentro del alcance de protección de las reivindicaciones adjuntas junto con su alcance completo de equivalentes.

Una forma de realización de la presente invención da a conocer un método para informar y dar respuesta a un fallo en una red. Más concretamente, el método detecta primero un fallo en una red y luego selecciona algunas conexiones para desactivación o crea un mensaje de fallo que contiene datos de degradación que indican la medida en la que el fallo afecta al ancho de banda de la conexión para todas las conexiones. En el caso anterior, se aplica una selección de conexiones basada en una política operativa. En el último caso, el nodo de entrada de la conexión utiliza los datos de degradación para modificar el ancho de banda reservado para la conexión, de modo que se reduzca la pérdida de datos. Como parte de la modificación, el nodo de entrada puede reducir igualmente el tráfico a través de todas las conexiones afectadas o puede desactivar completamente al menos una de las conexiones, de modo que el tráfico fluya en las demás conexiones sin ser afectado por el fallo parcial. Una vez resuelta la anomalía del fallo, se reestablece la asignación del ancho de banda original para la conexión.

La Figura 1 es una ilustración de un sistema de comunicaciones general 100. El sistema 100 comprende una pluralidad de redes 102, 104 que contienen y están conectadas entre sí por intermedio de una pluralidad de nodos 106. Los nodos 106 se comunican entre sí por intermedio de una pluralidad de enlaces 108. Una pluralidad de conexión lógica 110 se extiende a través de las redes 102, 104. Los nodos 106 y los enlaces 108 permiten el transporte de tramas a través de la red 102, 104, quizás utilizando las conexiones 110. Cada una de las componentes antes citadas del sistema 100 se describe con detalle a continuación.

En una forma de realización, las redes 102, 104 son cualesquiera redes que puedan utilizarse para transportar tramas entre un origen y un destino y en donde se establece una conexión y la capacidad se reserva para la conexión. Las redes 102, 104 pueden ser una red central, una red de proveedores o una red de acceso que ejecuta cualquiera de una diversidad de protocolos. Los protocolos adecuados incluyen Ethernet, Protocolo de Internet (IP) y Modo de Transferencia Asíncrona (ATM) entre otros. En una forma de realización, el sistema 100 puede ser una red de conmutación híbrida que transporta tramas orientadas a la conexión y sin conexión, en cuyo caso las redes 102 pueden ser redes puenteadas por proveedores (PBNs) y la red 104 puede ser una red puenteada central de proveedores (PBBN). Las redes 102, 104 pueden tener diferentes dominios administrativos, tecnologías de transporte diferentes o incluso proveedores diferentes. Por ejemplo, las redes 102 pueden ser redes Ethernet y la red 104 puede ser una red de conmutación de etiquetas multiprotocolo / IP – tráfico diseñado (MPLS-TE) o una red de puenteado central de proveedores – ingeniería de tráfico (PBB-TE). Como alternativa, las redes 102, 104 pueden ser cualquier otro tipo de red de transporte de datos conocida para los expertos en esta técnica.

Los nodos 106 pueden ser cualquier dispositivo que transporte tramas a través del sistema 100. Por ejemplo, los nodos 106 pueden incluir puentes, interruptores, encaminadores o varias combinaciones de dichos dispositivos. Los nodos 106 suelen contener una pluralidad de puertos de entrada para recibir tramas desde otros nodos 106, circuitos lógicos para determinar qué nodos 106 envían las tramas así como una pluralidad de puertos de salida para transmitir las tramas a los demás nodos 106. En una forma de realización, los nodos 106 realizan las determinaciones necesarias para transportar las tramas a través de la red en la capa 2 de Interconexión de Sistema Abierto (OSI). Los nodos 106 pueden incluir puentes de Borde Central (BEBs), Puentes de Núcleos Centrales (BCBs), Puentes de Bordes de Proveedores (PEBs), Puentes de Núcleos de Proveedores (PCBs) o varias combinaciones de dichos dispositivos. Los nodos de bordes pueden estar conectados a nodos 106 dentro de dos redes diferentes 102, 104, tal como una red de proveedores y una red central mientras que los nodos de núcleos suelen estar conectados a otros nodos 106 dentro de la misma red.

Los nodos 106 dentro del sistema 100 pueden comunicarse entre sí a través de una pluralidad de enlaces 108. Los enlaces 108 pueden ser eléctricos, ópticos, inalámbricos o cualquier otro tipo de enlaces de comunicaciones 108. Aunque se considera que cada nodo 106, dentro del sistema 100, puede estar conectado con cualquier otro nodo 106 dentro del sistema 100, es más común hacer que cada uno de los nodos 106 esté conectado a solamente algunos de los demás nodos 106 dentro del sistema 100 de forma física, según se ilustra en la Figura 1. Dicha configuración reduce el número de los enlaces 108 entre los diversos nodos 106. Sin embargo, es posible tener enlaces lógicos que conecten desde un nodo 106 a cualquier otro nodo 106 en la red 104.

El sistema 100 puede contener también al menos una sola conexión 110. Una conexión 110 puede ser una ruta lógica, punto a punto, entre dos nodos 106 dentro del sistema 100. Las tramas que se desplazan a través de la conexión 110 pueden transmitirse al nodo siguiente 106 dentro de la conexión 110 con un procesamiento mínimo en cada nodo 106. Cada conexión 110 puede estar asociada con una red única 102, 104 o cada conexión 110 puede asociarse con una pluralidad de redes 102, 104. En general, las extremidades de la conexión 110 terminan en dos nodos de borde dentro de la red 102, 104; sin embargo, se considera que una o ambas extremidades de la conexión 110 pueden terminar en nodos de núcleos. Como alternativa, la conexión 110 puede extenderse a través de múltiples redes 102, 104, tal como desde un primer nodo de borde de cliente en una primera red de proveedores 102, a través de una red central 104 y a un segundo nodo de borde de cliente en una segunda red de proveedores 102. En formas de realización específicas, la conexión 110 puede ser una Provisión de Servicios Ethernet (ESP) o un pseudo-cableado, según se define por la norma IEEE.

Las conexiones 110 aquí descritas pueden clasificarse, además, en una relación jerarquizada. La Figura 2 ilustra una forma de realización de la relación entre tres tipos de conexiones 110: un enlace agregado 112, un túnel 114 y una instancia de servicio 116. El enlace agregado 112 comprende una pluralidad de enlaces 108 entre dos nodos 106C, 106D. El enlace agregado 112 se suele localizar entre dos BCBs o PCBs, pero puede situarse entre cualesquiera dos

5 nodos 106. Los enlaces agregados son ventajosos por cuanto que proporcionan un mayor ancho de banda y una conexión redundante entre los dos nodos 106C, 106D. De este modo, cuando falla uno de los enlaces 108, el enlace agregado 112 puede seguir funcionando, pero con un ancho de banda reducido. Dicha condición se refiere como un fallo parcial y se describe en la solicitud de patente de Estados Unidos número de serie 11/554.367 (la solicitud '367) presentada el 30 de octubre de 2006 por Dunbar et al y titulada "Propagación de fallos y protección para las rutas de datos orientadas a conexiones en redes de conmutación de paquetes". Además, se considera que un enlace agregado 112 puede contener una pluralidad de nodos 106 y otros enlaces agregados 112.

10 El sistema 100 puede contener, además, al menos un túnel 114. A diferencia del enlace agregado 112 que se extiende entre dos nodos 106, el túnel 114 suele comprender más de dos nodos 106. Por ejemplo, el túnel 114, representado en la Figura 2, comprende nodos 106B, 106C, 106D, 106E. El túnel 114 suele estar contenido dentro de una red única 102, 104, pero puede extenderse a través de una pluralidad de redes 102, 104, si así se desea. Por ejemplo, el túnel puede extenderse entre dos BCBs en la misma o diferentes redes 102, 104, entre dos BEBs en la misma o diferentes redes 102, 104 o entre dos PEBs en la misma o diferentes redes 102, 104. En una forma de realización, el túnel 114 puede incluir también al menos un enlace agregado 112, pero no está limitado como tal. También se considera que un túnel 114 puede contener una pluralidad de otros nodos 106 y túneles 114. A diferencia del enlace agregado 112 que es simplemente conductos lógicos para tramas, el túnel 114 suele incluir una pluralidad de tramas transportadas entre dos nodos específicos.

20 El sistema 100 puede contener, además, al menos una instancia de servicio 116. Una instancia de servicio 116 puede definirse como un flujo de tramas desde un nodo a otro nodo. A diferencia del enlace agregado 112 que es simplemente conductos lógicos para tramas, la instancia de servicio 116 suele incluir una pluralidad de tramas transportadas dentro de un túnel 114. La instancia de servicio 116 puede extenderse a través de una pluralidad de redes 102, 104 e incluye varios nodos 106 pero no está limitada como tal. La instancia de servicio 116 puede incluir, además, al menos un túnel 114 y/o al menos un enlace agregado 112, pero también puede ser una conexión de colocación libre. Se considera que una instancia de servicio 116 puede contener una pluralidad de nodos 106 y otras instancias de servicio 116.

30 La trama se puede definir como cualquier unidad de datos que se transporta desde un origen a un destino a través del sistema 100. Las tramas pueden contener varios campos, incluyendo uno o más de lo siguiente: una etiqueta o etiqueta apilada, una dirección de origen, una dirección de destino, un tipo y una carga útil. En resumen, la etiqueta se utiliza, en el nodo, para determinar a dónde va la trama, la dirección de origen indica en dónde se originó la trama, la dirección de destino indica a dónde va la trama, el tipo puede indicar el tipo de reenvío (orientado a la conexión o sin conexión) y/o la conexión asociada con la trama y la carga útil son los datos que se transportan por la trama. Ejemplos concretos de tramas incluyen tramas de Ethernet, paquetes IP, células de ATM y cualesquiera estructuras de datos similares.

35 La Figura 3 ilustra una forma de realización de un método de procesamiento de nodos de salida 150. El método de procesamiento de nodos de salida 150 detecta fallos en la red, tal como un nodo fallido, un enlace interrumpido o un ancho de banda reducido. Además, el método de procesamiento de nodos de salida 150 envía mensajes de fallo a los nodos de entrada asociados con las conexiones afectadas por el fallo para informar a los nodos de entrada de la magnitud del fallo. El método de procesamiento de nodos de salida 150 se suele poner en práctica en cada nodo. Cada uno de los bloques del método de procesamiento de nodos de salida 150 se examina en detalle a continuación.

40 El método de procesamiento de nodos de salida 150 comienza detectando un fallo en 152. En una forma de realización, el método de procesamiento de nodos de salida 150 puede detectar un fallo mediante un informe desde un enlace físico o analizando los puertos de entrada del nodo asociado con la conexión y la determinación de si algunos de los puertos ya no están recibiendo datos o están recibiendo una cantidad de datos reducida. Dicha pérdida o reducción de datos entrantes suele indicar un fallo completo o parcial en una conexión. El nodo puede enviar, de forma opcional, un mensaje a uno o más de los nodos asociados con la conexión para comprobar que la conexión tiene un fallo parcial o completo. En una forma de realización alternativa, el método de procesamiento de nodos de salida 150 puede detectar el fallo recibiendo un mensaje de fallo desde otro nodo, tal como uno de los nodos asociados con la conexión. Según se describe en detalle a continuación, el mensaje de fallo puede indicar una interrupción parcial o completa de la conexión. Después de detectar el fallo, el método de procesamiento de nodos de salida 150 prosigue con el bloque 154.

45 El método de procesamiento de nodos de salida 150 puede enviar un mensaje de fallo en 154. En una forma de realización, el método de procesamiento de nodos de salida 150 ha de crear el mensaje de fallo antes de enviar el mensaje de fallo. Por ejemplo, cuando el nodo de salida ha detectado un fallo en uno de sus puertos, el nodo de salida puede crear un mensaje de fallo que indica la magnitud del fallo. Si el método de procesamiento de nodos de salida 150 recibe un mensaje de fallo en 152, el método de procesamiento de nodos de salida 150 puede reenviar un mensaje de fallo, anteriormente recibido, a un nodo asociado con la conexión. Por ejemplo, cuando un nodo de salida del túnel recibe un mensaje de fallo que indica que un enlace del grupo de agregación de enlaces (LAG) tiene un fallo parcial, el nodo de salida puede enviar el mensaje de fallo a los nodos asociados con la conexión. En el caso de que el mensaje de fallo necesite tener un nuevo formato, volverse a empaquetar o modificarse, de cualquier otro modo, para su envío al nodo de entrada, dichas etapas de modificación están incluidas en el bloque 154. Después de enviar el mensaje de fallo, finaliza el método de procesamiento de nodos de salida 150.

La Figura 4 ilustra una forma de realización de un mensaje de fallo 180. El mensaje de fallo 180 es un mensaje enviado desde un nodo a otro nodo para indicar un fallo en la red. En una forma de realización, el mensaje de fallo 180 contiene datos de degradación 182. Los datos de degradación 182 especifican la magnitud de un fallo en una conexión. Por ejemplo, los datos de degradación 182 pueden indicar que ha fallado un enlace en un enlace agregado de cuatro enlaces y de este modo, el ancho de banda del enlace agregado ha sido reducido al 75 por ciento de su ancho de banda normal. Los datos de degradación 182 pueden indicar también que el enlace ha sufrido un fallo completo o los datos de degradación 182 se pueden excluir del mensaje de fallo 180 cuando el fallo es una pérdida completa de conexión. Por ejemplo, los datos de degradación 182 se pueden excluirse si la totalidad de los enlaces en un enlace agregado ha fallado y de este modo, el ancho de banda del enlace agregado ha sido reducido a cero.

Los mensajes de fallo 180 aquí descritos se pueden clasificar en función de su dirección de transmisión. Por ejemplo, los mensajes de fallo 180 que se desplazan en la dirección ascendente se pueden referir como indicaciones de defectos remotos (RDIs), mientras que los mensajes de fallo 180 que se desplazan en la dirección descendente se pueden referir como señales de indicación de alarmas (AISs). En un ejemplo concreto, un mensaje de fallo 180 que contiene los datos de degradación 182 que se envían en sentido ascendente se pueden referir como un RDI de degradación (D-RDI). De forma similar, un mensaje de fallo 180, que contiene los datos de degradación 182, que se envía en sentido descendente se puede referir como un AIS de degradación (D-AIS). Por el contrario, un mensaje de fallo 180 que carece de los datos de degradación 182 y que se envía en sentido ascendente se puede referir como un RDI convencional (C-RDI). Análogamente, un mensaje de fallo 180, que carece de los datos de degradación 182, y que se envía en sentido descendente, se puede referir como un AIS convencional (C-AIS).

La Figura 5 ilustra una forma de realización de un método de procesamiento de nodos de entrada 200. El método de procesamiento de nodos de entrada 200 recibe mensajes de fallo y reenvía las tramas para reducir la cantidad de tramas derivadas. Si rutas de protección están disponibles, el método de procesamiento de nodos de entrada 200 transfiere las tramas en la ruta de protección. De no ser así, el método de procesamiento de nodos de entrada 200 utiliza una política para desactivar, parcial o completamente, las conexiones afectadas por el fallo y comunica los cambios a cualesquiera nodos afectados. El método de procesamiento de nodos de entrada 200 suele ponerse en práctica en el nodo de entrada de una conexión, pero puede realizarse en cualquier localización dentro de la red, por ejemplo en un nodo intermedio o en una localización centralizada. Cada uno de los bloques del método de procesamiento de nodos de entrada 200 se examina con detalle a continuación.

El método de procesamiento de nodos de entrada 200 se inicia recibiendo un mensaje de fallo en 202. El método de procesamiento de nodos de entrada 200 puede recibir el mensaje de fallo desde cualquier nodo dentro de la red. El método de procesamiento de nodos de salida 150 suele recibir un mensaje de fallo desde un nodo que conecta el punto de fallo o un nodo tal como el nodo de salida de una conexión. Por ejemplo, el mensaje de fallo desde el nodo de salida puede indicar una desactivación parcial o completa de la conexión entre el nodo de entrada y el nodo de salida. El método de procesamiento de nodos de entrada 200 prosigue entonces con el bloque 204.

El método de procesamiento de nodos de entrada 200 puede determinar entonces si el ancho de banda real es menor que el ancho de banda reservado en 204. Más concretamente, el método de procesamiento de nodos de entrada 200 puede comparar el ancho de banda real del nodo, enlace o conexión, en estado defectuoso, a la suma de los anchos de banda reservados para las diversas conexiones asociadas con el nodo, enlace o conexión en estado defectuoso. Si el ancho de banda real no es menor que el ancho de banda reservado, el fallo no afectará a la conexión porque existe ancho de banda suficiente disponible en el nodo, enlace o conexión en estado defectuoso, y finaliza el método de procesamiento de nodos de entrada 200. Sin embargo, si el ancho de banda real es menor que el ancho de banda reservado, la conexión asociada con el nodo, enlace o conexión en estado defectuoso, se debe modificar y el método de procesamiento de nodos de entrada 200 prosigue con el bloque 206.

El método de procesamiento de nodos de entrada 200 puede determinar, entonces, si una ruta de protección está disponible en 206. Una ruta de protección es una conexión utilizada para transportar al menos algunos de los datos en el caso de que falle una conexión. La estructura y el uso de rutas de protección se describen en detalle en la solicitud '367. Si se dispone de una ruta de protección, el método de procesamiento de nodos de entrada 200 prosigue con el bloque 208. Sin embargo, si no se dispone de una ruta de protección, el método de procesamiento de nodos de entrada 200 prosigue con el bloque 210.

El método de procesamiento de nodos de entrada 200 puede transferir, entonces, las tramas a la ruta de protección en 208. Cuando existe una ruta de protección disponible, el método de procesamiento de nodos de entrada 200 puede desplazar una, más de una o la totalidad de las tramas de conexión desde la conexión a la ruta de protección. Por ejemplo, las tramas se pueden desplazar desde una conexión que sufre un fallo a una ruta de protección redireccionando las tramas a un puerto de salida diferente dentro del nodo. El método de procesamiento de nodos de entrada 200 retorna entonces al bloque 204.

En el bloque 210, el método de procesamiento de nodos de entrada 200 puede determinar si realizar, o no, una reducción igual de las conexiones afectadas. Cuando se configura la red aquí descrita, el administrador puede crear una política que describa cómo gestionar los fallos cuando existe un ancho de banda insuficiente. Como parte de esa política o quizás en ausencia de dicha política, el ancho de banda reservado para las conexiones asociadas con el fallo puede

disminuirse igualmente a través de todas las conexiones. Si ha de realizarse una reducción igual de las conexiones afectadas, el método de procesamiento de nodos de entrada 200 prosigue con el bloque 212. Sin embargo, si no ha de realizarse una reducción igual de las conexiones afectadas, por ejemplo si la política lo dicta de otro modo, el método de procesamiento de nodos de entrada 200 prosigue con el bloque 214.

5 En el bloque 212, el método de procesamiento de nodos de entrada 200 puede disminuir igualmente todas las conexiones afectadas. En una forma de realización, el método de procesamiento de nodos de entrada 200 disminuye el ancho de banda reservado para las conexiones afectadas determinando la magnitud del ancho de banda disminuido y a continuación, disminuir el ancho de banda reservado para cada una de las conexiones afectadas proporcionalmente sobre una base porcentual. Por ejemplo, si existen dos túneles que atraviesan un enlace y el enlace sufre un fallo parcial, de modo que el enlace sólo sea capaz de funcionar al setenta por ciento de su capacidad normal, el ancho de banda reservado para los dos túneles se puede reducir en un setenta por ciento. En otra forma de realización, el método de procesamiento de nodos de entrada 200 disminuye el ancho de banda reservado para las conexiones afectadas determinando la magnitud del ancho de banda disminuido y a continuación, disminuir el ancho de banda reservado para cada una de las conexiones afectadas sobre una base de su capacidad. Por ejemplo, si el enlace sufre una reducción de diez Megabits por segundo (Mbps) en el ancho de banda y existen dos túneles afectados por la reducción del ancho de banda, cada túnel puede tener su ancho de banda reducido en cinco Mbps. El método de procesamiento de nodos de entrada 200 prosigue, entonces, con el bloque 224.

20 En el bloque 214, el método de procesamiento de nodos de entrada 200 puede priorizar las conexiones en 214. Según se mencionó anteriormente, cuando se configura el sistema aquí descrito, el administrador puede crear una política que describa cómo gestionar los fallos cuando existe un ancho de banda insuficiente. Como parte de la política, el administrador puede especificar que las conexiones sean priorizadas, de modo que las conexiones de alta prioridad mantengan su ancho de banda completo mientras que las conexiones de más baja prioridad están configuradas para ser más susceptibles a un ancho de banda disminuido. En consecuencia, antes de reducir el ancho de banda reservado para cualquier conexión, el método de procesamiento de nodos de entrada 200 puede priorizar las conexiones afectadas, por ejemplo, accediendo a una tabla de priorización que comprende la totalidad de las conexiones dentro del sistema y la prioridad de dichas conexiones. El método de procesamiento de nodos de entrada 200 prosigue entonces con el bloque 216.

30 El método de procesamiento de nodos de entrada 200 puede determinar, entonces, si poner en práctica, o no, una desactivación completa de la conexión de más baja prioridad en 216. Como con los bloques 210 y 214, el método de procesamiento de nodos de entrada 200 puede consultar una política creada por el administrador para determinar cómo gestionar el ancho de banda reservado. La política puede dictar, en parte, si la conexión de más baja prioridad debería desactivarse de forma parcial o completa. Si el túnel de la más baja prioridad ha de desactivarse completamente, el método de procesamiento de nodos de entrada 200 prosigue con el bloque 218. Sin embargo, si el túnel de más baja prioridad ha de ser desactivado solo parcialmente, el método de procesamiento de nodos de entrada 200 prosigue con el bloque 220.

40 En el bloque 218, el método de procesamiento de nodos de entrada 200 puede desactivar la conexión de más baja prioridad. Si el nodo actual es el nodo de entrada para la conexión, el método de procesamiento de nodos de entrada 200 puede desactivar la conexión redireccionando el tráfico asociado con la conexión a otras conexiones o combinando el tráfico asociado con la conexión con el tráfico convencional, sin conexión. Si el nodo actual no es el nodo de entrada para la conexión, el método de procesamiento de nodos de entrada 200 puede desactivar la conexión enviando un mensaje de fallo al nodo de entrada de la conexión indicando que existe un fallo completo a lo largo de un enlace asociado con la conexión. Dicho mensaje puede ser una declaración artificial de un fallo completo cuando el enlace está sufriendo un fallo parcial, pero la política dicta que la conexión se desactive completamente, por ejemplo, para preservar el ancho de banda de las conexiones de más alta prioridad. Si, después de que se desactive completamente la conexión, los nodos asociados con la conexión continúan recibiendo tramas asociadas con la conexión, los nodos pueden eliminar las tramas o marcar las tramas como admisibles para su eliminación. Como alternativa, el nodo puede modificar la asociación de las tramas con la conexión, por ejemplo, cambiando el campo de tipo dentro de la trama, de modo que las tramas ya no estén asociadas con la conexión. El método de procesamiento de nodos de entrada 200 prosigue, entonces, con el bloque 222.

55 En el bloque 220, el método de procesamiento de nodos de entrada 200 puede desactivar entonces, parcialmente, la conexión de más baja prioridad. Si el nodo actual es el nodo de entrada para la conexión, el método de procesamiento de nodos de entrada 200 puede desactivar parcialmente la conexión redireccionando parte del tráfico asociado con la conexión a otras conexiones o combinando partes del tráfico asociado con la conexión con el tráfico convencional, sin conexión. Si el nodo actual no es el nodo de entrada para la conexión, el método de procesamiento de nodos de entrada 200 puede desactivar parcialmente la conexión enviando un mensaje de fallo al nodo de entrada de la conexión indicando que existe un fallo parcial a lo largo de un enlace asociado con la conexión. Si, después de que se desactive parcialmente la conexión, los nodos asociados con la conexión, continúan recibiendo tramas asociadas con la conexión en exceso del ancho de banda reservado, los nodos pueden eliminar las tramas o marcar las tramas como admisibles para su eliminación. Como alternativa, el nodo puede modificar la asociación de tramas en exceso con la conexión, por ejemplo, cambiando el campo de tipo dentro de la trama, de modo que las tramas ya no estén asociadas con la conexión. El método de procesamiento de nodos de entrada 200 prosigue, entonces, con el bloque 222.

El método de procesamiento de nodos de entrada 200 puede determinar, entonces, si el ancho de banda real es menor, o no, que el ancho de banda reservado en 222. La determinación en el bloque 222 es similar a la determinación en el bloque 204. Más concretamente, el método de procesamiento de nodos de entrada 200 puede comparar el ancho de banda real del nodo, enlace o conexión en estado defectuoso con la suma de los anchos de banda reservados para las diversas conexiones asociadas con el nodo, enlace o conexión en estado defectuoso. Si el ancho de banda real no es menor que el ancho de banda reservado, existe un ancho de banda disponible suficiente y el método de procesamiento de nodos de entrada 200 prosigue con el bloque 224. Sin embargo, si el ancho de banda real es menor que el ancho de banda reservado, las conexiones asociadas con el nodo, enlace o conexión en estado defectuoso deben modificarse también y a continuación, el método de procesamiento de nodos de entrada 200 retorna al bloque 216.

El método de procesamiento de nodos de entrada 200 puede enviar, entonces, un mensaje de fallo en 224. En una forma de realización, el método de procesamiento de nodos de entrada 200 ha de crear el mensaje de fallo antes del envío del mensaje de fallo. Por ejemplo, cuando el nodo de entrada ha modificado el ancho de banda reservado para la conexión o detectado un fallo, el nodo de entrada puede crear un mensaje de fallo que indique la magnitud del ancho de banda reservado o la magnitud del fallo. Si el método de procesamiento de nodos de entrada 200 recibe un mensaje de fallo en 202, el método de procesamiento de nodos de entrada 200 puede reenviar un mensaje de fallo, anteriormente recibido, a un nodo asociado con la conexión. Por ejemplo, cuando un nodo de entrada del túnel recibe un mensaje de fallo que indica que un enlace dentro de una conexión tiene un fallo parcial, el nodo de entrada puede enviar el mensaje de fallo a los nodos asociados con la conexión. En el caso de que el mensaje de fallo necesite tener un nuevo formato, volverse a empaquetar o de cualquier otro modo modificarse para el envío al nodo de entrada, dichas etapas de modificación están incluidas en el bloque 224. Después de enviar el mensaje de fallo, finaliza el método de procesamiento de nodos de entrada 200.

Cuando ocurre un fallo, los mensajes de fallo deben generarse periódicamente hasta que se resuelva el fallo parcial. Más concretamente, los nodos de entrada deben continuar transmitiendo mensajes de C-AIS o D-AIS y deben enviar mensajes de control de conectividad (CC) a los nodos de salida para verificar la conectividad de la conexión. De forma similar, los nodos de salida deben seguir comprobando el estado de las conexiones y transmitir mensajes de C-RDI, D-RDI o CC, según sea apropiado, para comprobar el estado operativo y la conectividad de la conexión. Cuando los nodos de entrada y de salida retornan a un estado normal después de estar en un estado de fallo parcial o en un estado de fallo completo, el tráfico que estaba anteriormente en la conexión puede desplazarse de nuevo a la conexión.

La Figura 6 es un diagrama de estados que ilustra el estado del nodo de entrada bajo diversas circunstancias. Cuando el nodo de entrada cambia el estado de una conexión, el nodo de entrada puede notificar a cualquier nodo afectado del cambio en el estado de la conexión. En la Figura 6, se especifican tres estados: un estado normal, un estado de fallo completo y un estado de fallo parcial. Cuando una conexión está en el estado normal, el nodo de entrada de la conexión genera mensajes CC periódicos. Sin embargo, si se recibe un mensaje de D-RDI, la conexión se cambiará al estado de fallo parcial. La conexión permanecerá en el estado de fallo parcial en tanto que se sigan recibiendo mensajes de D-RDI. La conexión volverá al estado normal si no se reciben mensajes de D-RDI. Como alternativa, cuando está en el estado de fallo parcial, la conexión progresará a un estado de fallo completo si se recibe un mensaje de C-RDI y retornará al estado de fallo parcial si se recibe un mensaje de D-RDI. Al retornar al estado normal, la conexión cambiará a un estado de fallo completo si se recibe un mensaje de C-RDI. La conexión permanecerá en el estado de fallo completo en tanto que se sigan recibiendo mensajes de C-RDI. La conexión retornará al estado normal cuando ya no se reciban los mensajes de C-RDI.

La Figura 7 es un diagrama de estados que ilustra el estado del nodo de salida bajo diversas circunstancias. Cuando el nodo de salida cambia el estado de una conexión, el nodo de salida puede notificar a cualquier nodo afectado el cambio en el estado de la conexión. En la Figura 7, se especifican tres estados: un estado normal, un estado de fallo completo y un estado de fallo parcial. Cuando una conexión está funcionando en el estado normal, los mensajes de CC se recibirán a intervalos periódicos. Sin embargo, si se recibe un mensaje de D-AIS, la conexión se cambiará al estado de fallo parcial. La conexión permanecerá en el estado de fallo parcial en tanto que se sigan recibiendo mensajes de D-AIS o CC. La conexión retornará al estado normal si ya no se reciben mensajes de D-AIS. Como alternativa, la conexión progresará a un estado de fallo completo si se recibe un mensaje de C-AIS o si no se reciben mensajes de CC durante un intervalo de tiempo predeterminado. Al retornar al estado normal, la conexión cambiará a un estado de fallo completo si se recibe un mensaje de C-AIS o si no se recibe ningún mensaje de CC durante un intervalo de tiempo predeterminado. La conexión permanecerá en el estado de fallo completo en tanto que se sigan recibiendo mensajes de C-AIS. La conexión retornará al estado normal cuando se reciba un mensaje de CC.

Las Figuras 8 a 11 ilustran un ejemplo de cómo el sistema reencamina el tráfico en respuesta a un fallo. Las Figuras 8 a 11 ilustran seis nodos interconectados 106A, 106B, 106C, 106D, 106E, 106F. Los nodos 106C y 106D están conectados juntos mediante un enlace agregado (no ilustrado), mientras que enlaces normales (no ilustrados) conectan el nodo 106A al nodo 106B, el nodo 106B al nodo 106C, el nodo 106D al nodo 106E, el nodo 106B al nodo 106E y el nodo 106E al nodo 106F. Dos túneles 114A, 114B, se extienden entre el nodo 106B y el nodo 106E. Además, dos instancias de servicio 116A, 116B se extienden desde el nodo 106A al nodo 106F.

Bajo circunstancias normales, el túnel 114A transmite las instancias de servicio 116A, 116B entre el nodo 106B y el nodo 106E, según se ilustra en la Figura 8. Sin embargo, las Figuras 9A y 9B ilustran un ejemplo de cómo el sistema responde a un fallo parcial desactivando parcialmente el túnel 114A. Más concretamente, la Figura 9A ilustra el protocolo de mensajes de fallo entre los nodos 106A, 106B, 106C, 106D. Cuando se detecta un fallo parcial, el nodo 106D envía un mensaje de D-RDI al nodo 106C, que determina que el túnel 114A debe desactivarse parcialmente. En tales circunstancias, el nodo 106C envía un mensaje de D-AIS al nodo 106E, que luego envía un mensaje de D-RDI al nodo de entrada 114A del túnel, nodo 106B. Según se ilustra en la Figura 9B, el nodo 106B desplaza luego la instancia de servicio 116B al túnel 114B, con lo que se reduce o elimina la cantidad de tramas derivadas en las instancias de servicio 116A, 116B.

Las Figuras 10A y 10B ilustran otro ejemplo de cómo el sistema responde a un fallo desactivando completamente el túnel 114A. Más concretamente, la Figura 10A ilustra el protocolo de mensajes de defectos entre los nodos 106A, 106B, 106C, 106D. Cuando se detecta un fallo parcial, el nodo 106D envía un mensaje de D-RDI al nodo 106C, que determina que el túnel 114A debe desactivarse completamente. En tales circunstancias, el nodo 106C envía un mensaje de C-AIS al nodo 106E, que luego envía un mensaje de C-RDI al nodo de entrada del túnel 114A, nodo 106B. Según se ilustra en la Figura 10B, el nodo 106B desplaza entonces ambas instancias de servicio 116A, 116B al túnel 114B, con lo que se reduce o elimina la cantidad de tramas derivadas en las instancias de servicio 116A, 116B.

Las Figuras 11A y 11B ilustran otro ejemplo de cómo el sistema responde a un fallo desactivando completamente los túneles 114A, 114B. Más concretamente, la Figura 11A ilustra el protocolo de mensajes de fallo entre los nodos 106A, 106B, 106C, 106D, 106E, 106F. Cuando se detecta un fallo parcial, el nodo 106D envía un mensaje de D-RDI al nodo 106C, que determina que el túnel 114A debe desactivarse completamente. En tales circunstancias, el nodo 106C envía un mensaje de C-AIS al nodo 106E, que luego envía un mensaje de C-RDI al nodo de entrada 114A del túnel, nodo 106B. El nodo 106B responde enviando dos mensajes de C-AIS al nodo 106F, uno para cada túnel 114A, 114B. Además, el nodo 106B envía dos mensajes de C-RDI al nodo 106A, uno para cada instancia de servicio 116A, 116B. Como se ilustra en la Figura 11B, el nodo 106A desplaza entonces ambas instancias de servicio 116A, 116B alejándose de los túneles 114A, 114B con la consiguiente reducción o eliminación de la cantidad de tramas derivadas en las instancias de servicio 116A, 116B.

Las Figuras 12 a 13 ilustran otro ejemplo de cómo el sistema reencamina el tráfico en respuesta a un fallo. Las Figuras 12 a 13 ilustran ocho nodos interconectados 106A, 106B, 106C, 106D, 106E, 106F, 106G, 106H. Los nodos 106C y 106D están conectados juntos mediante un enlace agregado (no ilustrado), mientras que enlaces normales (no ilustrados) conectan el nodo 106A al nodo 106B, el nodo 106B al nodo 106C, el nodo 106D al nodo 106E, el nodo 106E al nodo 106F, el nodo 106B al nodo 106E, el nodo 106A al nodo 106G, el nodo 106G al nodo 106H y el nodo 106H al nodo 106F. Dos túneles 114A, 114B se extienden entre el nodo 106B y el nodo 106E y un túnel se extiende entre el nodo 106G y el nodo 106H. Además, tres instancias de servicio 116A, 116B, 106C se extienden desde el nodo 106A al nodo 106F.

Bajo circunstancias normales, el túnel 114A transmite las instancias de servicio 116A, 116B, 116C entre el nodo 106B y el nodo 106E, según se ilustra en la Figura 12. Sin embargo, la Figura 13 ilustra un ejemplo de cómo el sistema responde a un fallo parcial desactivando parcialmente el túnel 114A. Más concretamente, la instancia de servicio 116B se desplaza al túnel 114B y la instancia de servicio 116C se desplaza al túnel 114C, con la correspondiente reducción o eliminación de la cantidad de tramas derivadas en las instancias de servicio 116A, 116B, 116C.

La red anteriormente descrita se puede realizar en cualquier componente de red de uso general, tal como un ordenador, encaminador, interruptor o puente, con poder de procesamiento suficiente, recursos de memoria y capacidad de rendimiento de red para gestionar la carga de trabajo necesaria que incide sobre dicho componente. La Figura 14 ilustra una componente de red de uso general típica adecuada para poner en práctica una o más formas de realización de un nodo aquí dado a conocer. La componente de red 300 incluye un procesador 302 (que puede referirse como una unidad central de procesador o CPU) que está en comunicación con dispositivos de memoria incluyendo almacenamiento secundario 304, memoria de lectura solamente (ROM) 306, memoria de acceso aleatorio (RAM) 308, dispositivos de entrada/salida (I/O) 310 y dispositivo de conectividad de red 312. El procesador puede realizarse como uno o más circuitos integrados de unidad CPU.

El almacenamiento secundario 304 suele estar constituido por una o más unidades de disco o unidades de cinta y se utiliza para el almacenamiento no volátil de datos y como un dispositivo de almacenamiento de datos de sobreflujo si la memoria RAM 308 no es suficientemente amplia para mantener todos los datos de trabajo. El almacenamiento secundario 304 se puede utilizar para memorizar programas que estén cargados en memoria RAM 308 cuando dichos programas se seleccionan para su ejecución. La memoria ROM 306 se utiliza para almacenar instrucciones, y quizás datos, que sean objeto de lectura durante la ejecución del programa. La memoria ROM 306 es un dispositivo de memoria no volátil que suele tener una pequeña capacidad de memoria relativa a la mayor capacidad de memoria del almacenamiento secundario. La memoria RAM 308 se utiliza para almacenar datos volátiles y quizás para almacenar instrucciones. El acceso a ambas memorias ROM 306 y RAM 308 suele ser más rápido que al almacenamiento secundario 304.

5 Aunque varias formas de realización han sido dadas a conocer en la presente invención, debe entenderse que los sistemas y métodos dados a conocer podrían realizarse en muchas otras formas específicas, sin desviarse del espíritu o alcance de la presente invención. Los presentes ejemplos han de considerarse como ilustrativos pero no restrictivos y la intención no ha de limitarse a los detalles aquí proporcionados. Por ejemplo, los diversos elementos o componentes se pueden combinar o integrar en otro sistema o se pueden omitir algunas características o no ponerse en práctica.

10 Además, las tecnologías, los sistemas, los subsistemas y los métodos descritos e ilustrados en las diversas formas de realización como discretos o separados se pueden combinar o integrar con otros sistemas, módulos, tecnologías o métodos sin desviarse del alcance de protección de la presente invención. Otros elementos ilustrados o examinados como acoplados o directamente acoplados o en comunicación entre sí pueden estar indirectamente acoplados o comunicarse a través de alguna interfaz, dispositivo o componente intermedia por medios eléctricos, mecánicos o por cualquier otro medio. Otros ejemplos de cambios, sustituciones y alteraciones son evidentes para un experto en esta técnica y podrían efectuarse sin desviarse del alcance de protección aquí descrito.

15

**REIVINDICACIONES**

- 5 **1.** Una componente de red de comunicaciones para el procesamiento y la propagación de mensajes de fallo, comprendiendo la red de comunicaciones (102, 104) una pluralidad de nodos al menos parcialmente interconectados (106) con conexiones, comprendiendo las conexiones un enlace agregado (112) y un túnel (114), en donde el enlace agregado (112) conecta dos de los nodos, el túnel (114) comprende al menos algunos de los nodos (106) y el enlace agregado (112) y el túnel (114) están configurados para transportar una pluralidad de instancias de servicio (116), en donde cada instancia de servicio (116) es un flujo de tramas desde un nodo a otro nodo; la componente comprende:
- 10 un procesador (302), configurado para poner en práctica un método que comprende el envío de un mensaje de fallo que incluye datos de degradación a un nodo de entrada del túnel (114), en donde los datos de degradación indican una reducción del ancho de banda debido a un fallo parcial de un enlace agregado (112), que es un fallo de uno de entre una pluralidad de enlaces que constituyen el enlace agregado (112).
- 15 **2.** La componente según la reivindicación 1, en donde los datos de degradación indican, además, la localización del fallo.
- 3.** La componente según la reivindicación 1, en donde el método comprende, además, la detección del fallo parcial en una conexión que transporta una pluralidad de instancias de servicio (116).
- 20 **4.** La componente según la reivindicación 3, en donde el fallo parcial se detecta analizando las tramas recibidas en un puerto de entrada o recibiendo un segundo mensaje de fallo procedente de otro nodo (106) asociado con la conexión, comprendiendo dicho segundo mensaje de fallo los datos de degradación.
- 25 **5.** La componente según la reivindicación 4, en donde el segundo mensaje de fallo es una señal de indicación de alarma.
- 6.** La componente según la reivindicación 1, en donde el mensaje de fallo es una indicación de defecto distante.
- 30 **7.** Un método para el procesamiento y propagación de un mensaje de fallo en una red de comunicaciones (102, 104), comprendiendo la red de comunicaciones (102, 104) una pluralidad de nodos (106) al menos parcialmente interconectados con conexiones, comprendiendo dichas conexiones un enlace agregado (112) y un túnel, en donde el enlace agregado conecta dos de los nodos (106), comprendiendo el túnel (114) al menos algunos de los nodos (106) y el enlace agregado (112) y el túnel (114) están configurados para transportar una pluralidad de instancias de servicio (116)
- 35 en donde cada instancia de servicio (116) es un flujo de tramas desde un nodo a otro, comprendiendo dicho método:
- la recepción, en un nodo de entrada del túnel (114), de un mensaje de fallo que comprende datos de degradación asociados con un fallo parcial de un enlace agregado (112), que es un fallo de uno de entre una pluralidad de enlaces que constituyen el enlace agregado (112);
- 40 la determinación, en el nodo de entrada, de si un ancho de banda disponible es, o no, menor que un ancho de banda reservado para una pluralidad de conexiones asociadas con el fallo parcial y
- la modificación, en el nodo de entrada, del ancho de banda reservado para la pluralidad de conexiones si el ancho de banda disponible es menor que el ancho de banda reservado para la pluralidad de conexiones.
- 45 **8.** El método según la reivindicación 7, en donde la modificación de la pluralidad de conexiones comprende la reducción proporcional del ancho de banda reservado para la pluralidad de conexiones sobre una base porcentual o el ancho de banda reservado para la pluralidad de conexiones sobre una base de capacidad.
- 50 **9.** El método según la reivindicación 7, en donde la modificación de las conexiones comprende la priorización de las conexiones y la reducción del ancho de banda reservado para la conexión de más baja prioridad o la reducción del ancho de banda reservado para una de las conexiones sin reducir el ancho de banda reservado para las demás conexiones.
- 55 **10.** El método según la reivindicación 7, en donde la modificación de las conexiones comprende la desactivación de una de las conexiones sin reducir el ancho de banda reservado para las demás conexiones o la desactivación de una de las conexiones y la reducción del ancho de banda reservado para las demás conexiones.
- 60 **11.** El método según la reivindicación 7, en donde la modificación de las conexiones comprende la transferencia de al menos alguna de las tramas asociadas con una de las conexiones en una ruta de protección.
- 12.** El método según la reivindicación 7, que comprende, además, el envío de un segundo mensaje de fallo a un nodo asociado con una de las conexiones.
- 65 **13.** Un método para el procesamiento y propagación de mensajes de fallo en una red de comunicaciones (102, 104), comprendiendo la red de comunicaciones (102, 104) una pluralidad de nodos al menos parcialmente interconectados con

conexiones, comprendiendo las conexiones un enlace agregado (112) y un túnel (114), en donde el enlace agregado (112) conecta dos de los nodos, el túnel (114) comprende al menos algunos de los nodos y el enlace agregado (112) y el túnel (114) están configurados para transportar una pluralidad de instancias de servicio (116), en donde cada instancia de servicio (116) es un flujo de tramas desde un nodo a otro, comprendiendo dicho método:

5 la detección, en un nodo de salida, de un fallo parcial en una conexión que transporta una pluralidad de instancias de servicio (116) y

10 el envío desde el nodo de salida (106), dentro de la red de comunicaciones (102, 104), de un mensaje de fallo parcial que comprende datos de degradación a un nodo de entrada del túnel, en donde los datos de degradación indican una reducción del ancho de banda asociado con el fallo parcial,

15 en donde la conexión es un enlace agregado (112) que comprende una pluralidad de enlaces y el fallo parcial es un fallo de uno de entre una pluralidad de enlaces que constituyen el enlace agregado (112).

14. El método según la reivindicación 13, en donde la detección de un fallo parcial comprende la detección del fallo parcial mediante un informe procedente de un enlace físico o el análisis de las tramas recibidas en un puerto de entrada.

20

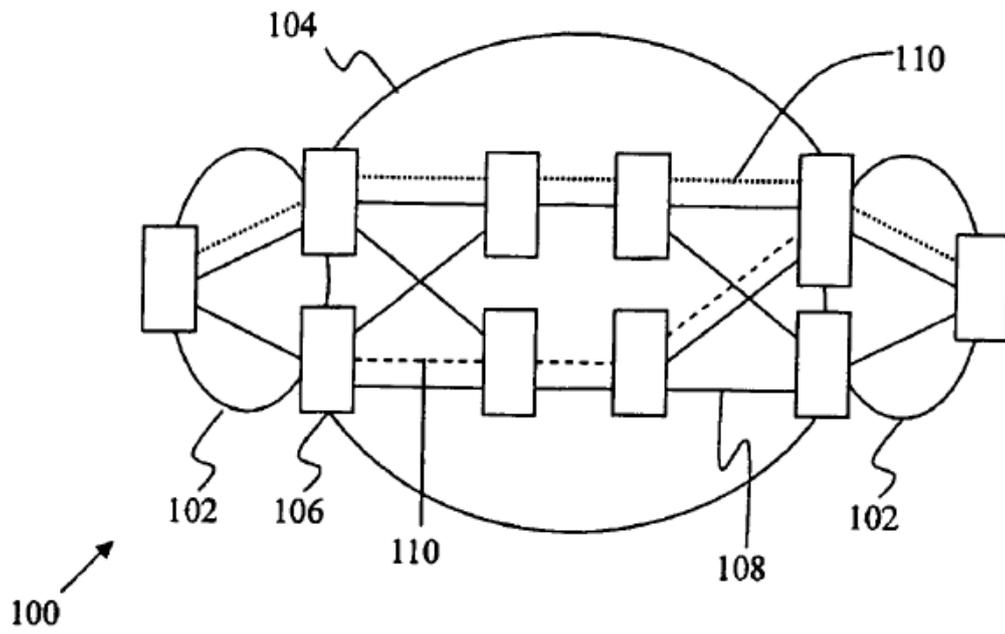


Figura 1

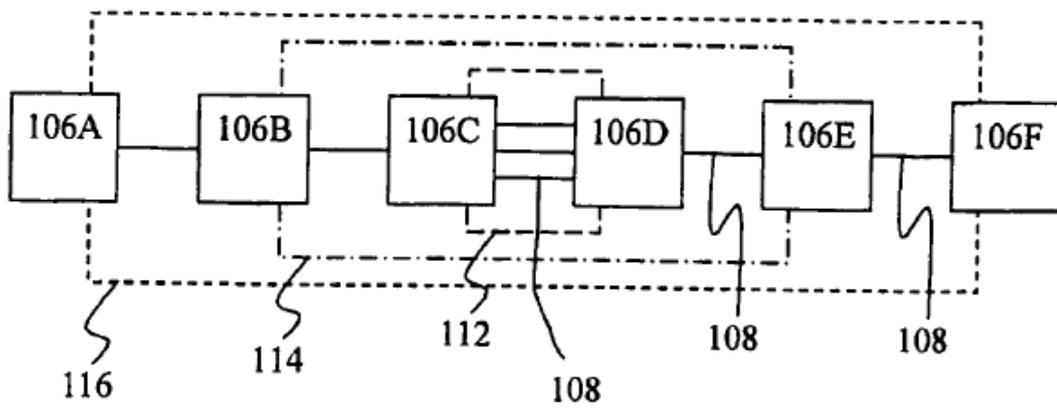


Figura 2

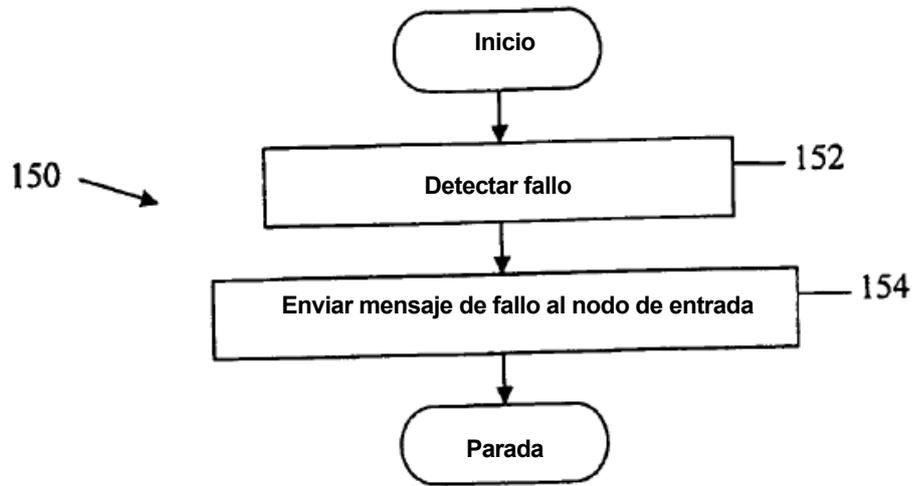


Figura 3

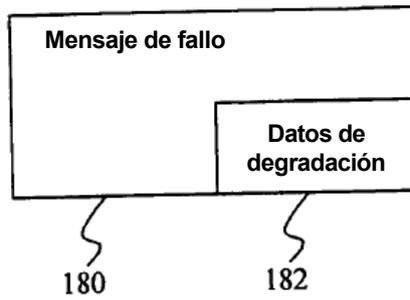


Figura 4

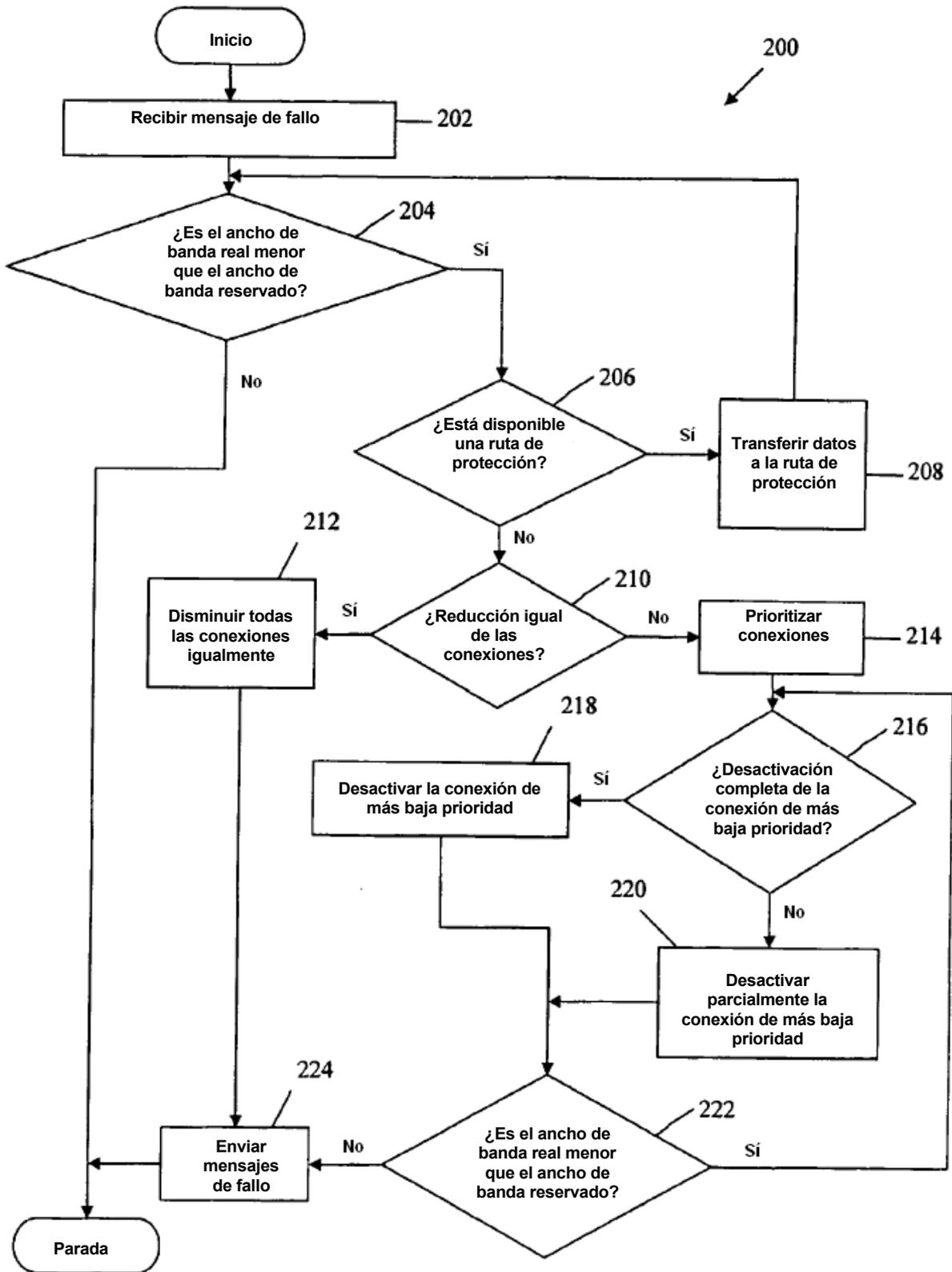


Figura 5

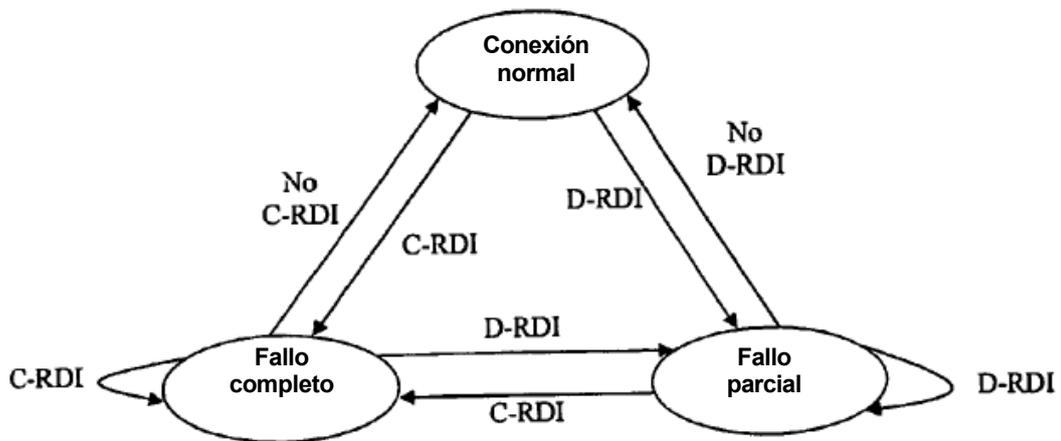


Figura 6

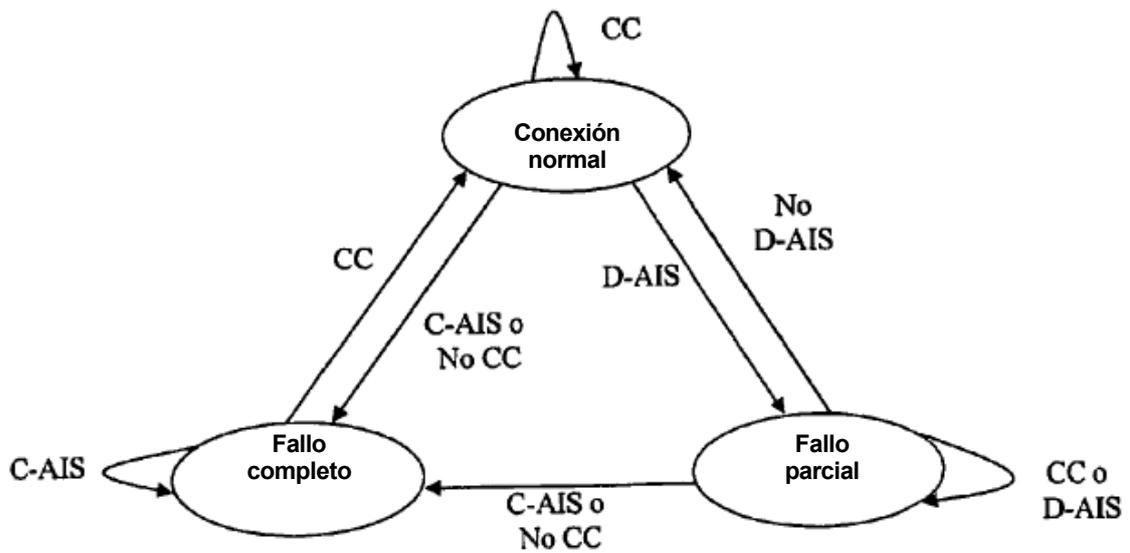


Figura 7

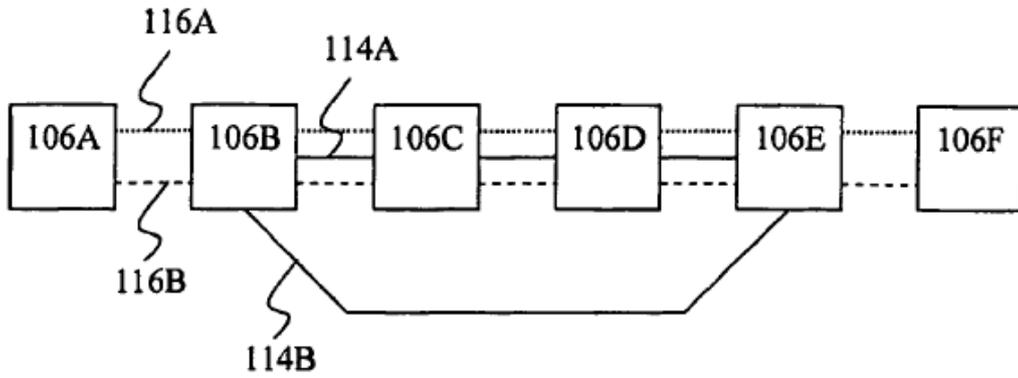


Figura 8

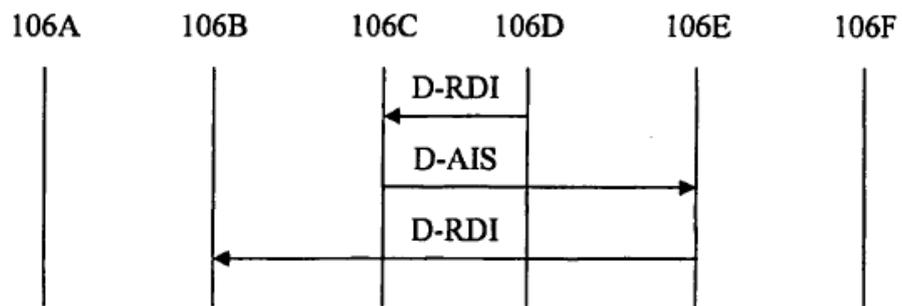


Figura 9A

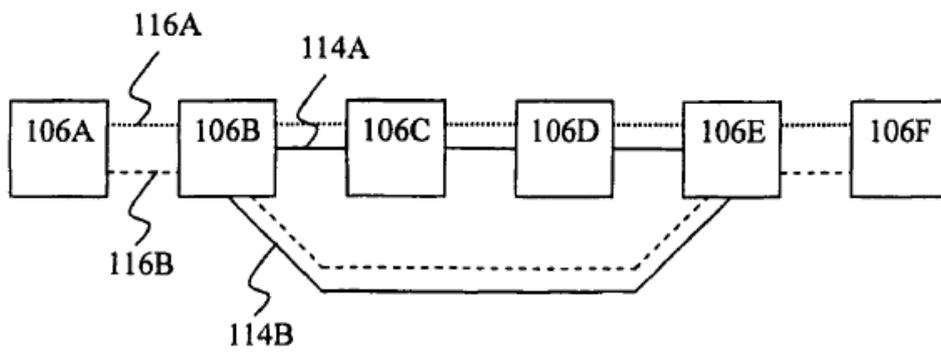


Figura 9B

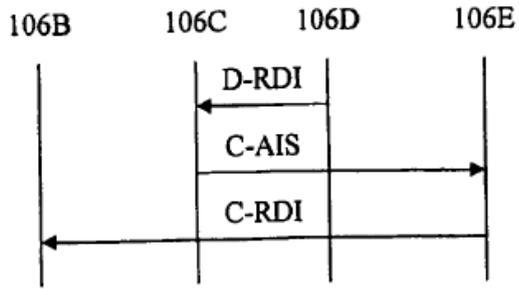


Figura 10A

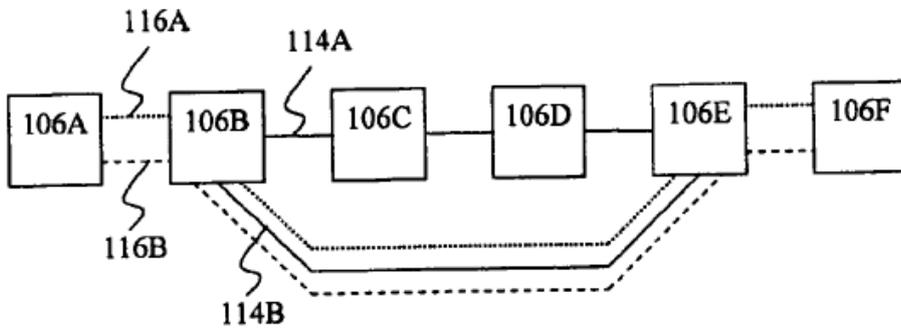


Figura 10B

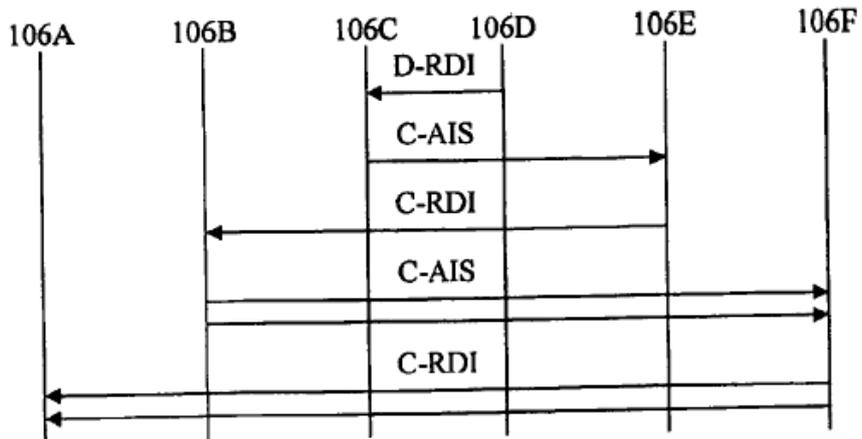


Figura 11A



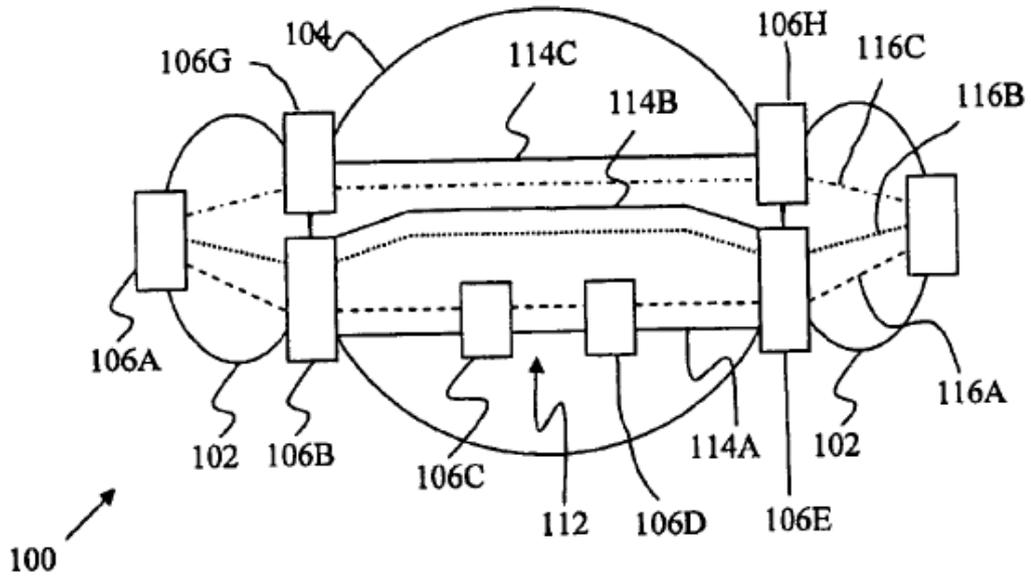


Figura 13

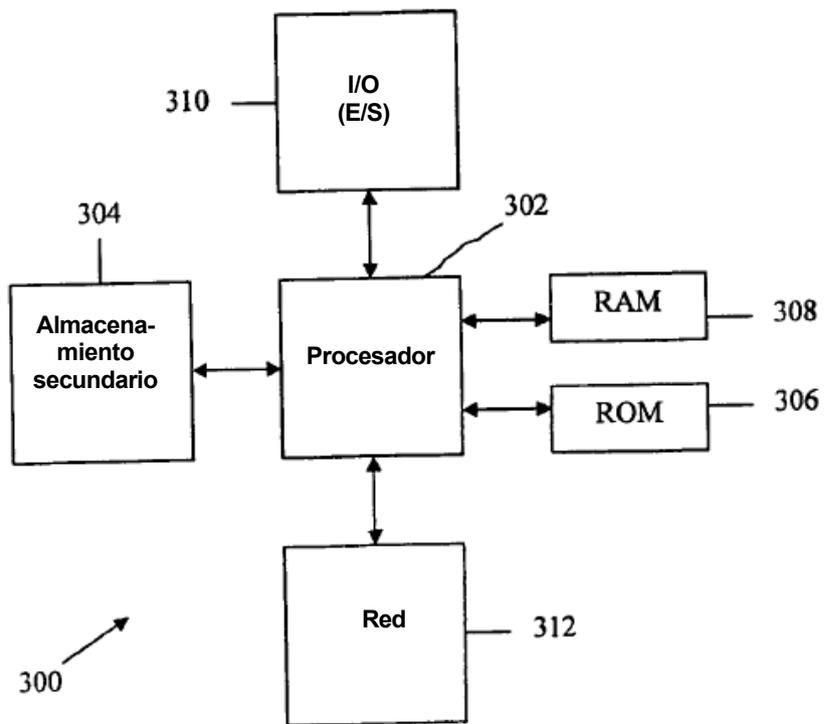


Figura 14