

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 383 119**

51 Int. Cl.:
H04L 12/56

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08854134 .7**
96 Fecha de presentación: **07.11.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2219329**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.08.2010**

54 Título: **Un método de reencaminamiento rápido y encaminador de conmutación de etiquetas**

30 Prioridad:
09.11.2007 CN 200710177133

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
18.06.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
18.06.2012

73 Titular/es:
**Huawei Technologies Co., Ltd.
Huawei Administration Building Bantian
Longgang District, Shenzhen
Guangdong 518129 , CN**

72 Inventor/es:
KUMAR, Amit

74 Agente/Representante:
Lehmann Novo, Isabel

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

ES 2 383 119 T3

DESCRIPCIÓN

Un método de reencaminamiento rápido y un encaminador de conmutación de etiquetas

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a la tecnología de comunicaciones y más en particular, a un método y encaminador de conmutación de etiquetas para un reencaminamiento rápido.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

El reencaminamiento rápido (FRR) es un mecanismo para proporcionar protección para un fallo de enlace o un fallo de nodo en la ruta de conmutación de etiquetas (LSP) de Ingeniería de Tráfico de Conmutador Multiprotocolo de Etiquetas (MPLS) por medio de proporcionar una protección local cuando se produce un fallo en un determinado lugar en la ruta de conmutación de etiquetas. Permite intentar establecer una nueva ruta LSP, extremo a extremo, en un nodo receptor para sustituir una ruta LSP antigua. Antes de que se establezca satisfactoriamente la nueva ruta LSP, los datos pueden continuar pasando a través de la ruta LSP antigua. El reencaminamiento rápido repara, al nivel local, las rutas LSPs protegidas por el reencaminamiento de las rutas LSPs hacia túneles de derivación que derivan los enlaces o los nodos en condición de fallo. Los túneles de derivación que derivan los enlaces en condición de fallo proporcionan una protección del enlace. Los túneles de derivación que derivan los nodos en condición de fallo proporcionan protección del nodo. Estos túneles de derivación se establecen y se enlazan con las rutas LSPs protegidas antes de que falle un elemento de red. Por lo tanto, cuando falla el elemento de red, el tráfico se puede conmutar, con rapidez, al túnel de derivación ya existente.

El documento US2006/126496A1 da a conocer una técnica de reencaminamiento rápido que se puede desarrollar en el borde de una red que tiene primero y segundo dispositivos de borde acoplados a un dominio de encaminamiento adyacente. En conformidad con la técnica inventiva, si el primer dispositivo de borde detecta la presencia de un fallo de enlace o de nodo que le impide comunicarse con el dominio adyacente, el primer dispositivo de borde reencamina al menos algunos paquetes de datos dirigidos al dominio adyacente para el segundo dispositivo de borde. Como tales, se evitan los bucles en el borde de la red y los paquetes se reencaminan al dominio de encaminamiento adyacente con mayor rapidez y eficiencia que en las formas de realización de la técnica anterior.

El documento CN1921456A da a conocer un método protector de ruta de intercambio de etiquetas y un sistema relativo, para hacer que el nodo RSVP sea capaz de la protección por NNHOP de la ruta LSP ascendente. En donde, en la lista de nodos de RRO, enviada a la ruta descendente, cada nodo RSVP ascendente establece la marca del tipo de interfaz en el nodo RRO relativo de cada interfaz y cada nodo RSVP descendente recibe la lista de nodos RRO ascendentes, en función de dicha marca de tipo de interfaz para encontrar el segundo nodo RRO más próximo en relación con la salida y en función de la marca protectora del nodo RRO para establecer la protección de NNHOP en la ruta LSP. La invención puede establecer una marca del tipo de interfaz que reconoce si el nodo RRO es relativo a la interfaz de entrada en el nodo RRO y el nodo RSVP, mediante un método exclusivo, encuentra que la interfaz de salida, si el nodo RRO no es IPv6 y no tiene la marca de nodo RSVP, no es relativo a la interfaz de entrada sino a la interfaz de salida.

El documento CN1816040A da a conocer un método de conmutación de protección de red de intercambio de etiquetas multiprotocolo. El método incluye las etapas siguientes: construcción de una ruta de conmutación de etiquetas (LSP) de trabajo y una ruta LSP protectora entre el encaminador de conmutación de etiquetas (LSR) de entrada y el LSR de salida; la construcción de una ruta LSP de reencaminamiento rápido (FRR) para una parte a protegerse en la ruta LSP de trabajo; a través de la ruta LSP de trabajo, el LSR de entrada envía un flujo de trabajo al LSR de salida e inserta un mensaje de detección; si el LSR de entrada, conectado a FRRLSP, ha comprobado que se produce un fallo en la ruta LSP de trabajo, entonces, el nodo de entrada conmuta el flujo de trabajo a la ruta FRRLSP desde la ruta LSP de trabajo; si el LSR de salida no pudo recibir un mensaje de detección, en tal caso, el LSR de salida, a través de la ruta de inversión, envía un mensaje de indicación en sentido inverso de defectos al LSR de entrada; de este modo, el LSR de entrada conmuta el flujo de trabajo al LSR protector. La invención garantiza la velocidad de conmutación protectora de LSP y aumenta la cantidad de rutas LSP protectoras, con el consiguiente ahorro de ancho de banda de red. El método asegura un uso de servicio normal, pero no causa una carga de trabajo excesiva sobre la unidad CPU.

El documento CN1738286A da a conocer un método para realizar el reencaminamiento en la red de IP, cuyo principio básico consiste en: el establecimiento del puerto desde el nodo de red original al siguiente nodo de red en la ruta, que va desde el nodo de red original a la dirección objetivo preestablecida como el puerto protegido, el establecimiento del puerto de reserva de seguridad para el puerto protegido en función del protocolo, entonces, el nodo de red transmite el mensaje de datos a la dirección objetivo preestablecida en función del puerto protegido y del puerto de reserva. La invención utiliza el protocolo para establecer automáticamente el puerto de reserva de puerto protegido, lo que mejora la velocidad de conmutación del puerto de protección y evita el fenómeno de pérdida de paquetes causado porque el puerto de reserva tiene una condición accidental antes de que lo tenga el puerto protegido. Además, la invención puede aplicar una topología de red compleja; realizar la protección del circuito de cadena, la protección del nodo y la protección de ruta total. Por último, la invención simplifica el proceso de reencaminamiento, reduce el coste del dispositivo de red y mejora la fiabilidad de la red.

El documento US2007/070909A1 da a conocer una red, tolerante a por lo menos dos puntos de fallo, que comprende una pluralidad de nodos; se determina una primera ruta entre un nodo origen y un nodo destino y se determina una segunda ruta entre un nodo origen y nodo destino. Las primera y segunda rutas son de nodos separados.

El documento KR20030001635A da a conocer un método para establecer una ruta de tráfico para una conmutación de protección en una red de comunicación de datos de MPLS (Conmutación de Etiquetas Multiprotocolo). El método se proporciona para reducir el uso de un ancho de banda seleccionando un nodo de reparación entre los LSRs (Encaminadores de Conmutación de Etiquetas) de ruta que pasan una ruta LSP (Ruta de Etiquetas Conmutadas) principal y el establecimiento de una ruta de reserva desde un nodo de entrada al nodo de reparación y una ruta de reserva desde el nodo de reparación a un nodo de salida.

La técnica de reencaminamiento rápido del tráfico existente es incapaz de gestionar fallos de enlaces dobles, en particular, cuando un punto de reparación local (PLR) o un punto de fusión (MP) está protegido por un túnel de derivación (esto es, protección anidada), el mecanismo de reencaminamiento rápido del tráfico existente es incapaz de proporcionar protección. La protección anidada se refiere a que un PLR o un MP está protegido por un túnel de derivación.

El mecanismo de reencaminamiento rápido del tráfico existente describe un método de protección simple, según se ilustra en la Figura 1.

En la Figura 1, estableciendo un túnel de derivación cuando un enlace R2-R3 está en un estado normal, se puede proporcionar protección al túnel protegido cuando falla el enlace R2-R3. Una vez que falla el enlace R2-R3, R2 puede conmutar inmediatamente todo el tráfico en el túnel protegido al túnel de derivación. En este caso, R2 se refiere como un punto de reparación local (PLR). Además, R2 puede enviar un mensaje PathErr (error de ruta) cuyo código de error es 25 (que indica "notificar") y el valor del error es 3 (que indica que "el túnel está protegido al nivel local") a un nodo receptor R1. El mensaje puede iniciar operativamente el nodo R1 para intentar establecer una ruta LSP, extremo a extremo, para sustituir a la LSP protegida. Cuando R2 está realizando el reencaminamiento del tráfico al túnel de derivación, R2 puede, al mismo tiempo, entregar un mensaje de ruta Path a través del túnel de derivación al flujo descendente para regenerar los estados de la ruta para el flujo descendente. El nodo R4, que sirve como un punto de fusión para el túnel de derivación y el túnel protegido, se refiere como un MP.

El mecanismo de reencaminamiento rápido existente anterior es incapaz de gestionar una situación en que el propio PLR se proteja por un nodo, por ejemplo, cuando PLR es protegido por un nodo de túnel de derivación, según se ilustra en la Figura 2.

El túnel principal se dirige hacia una ruta R1, R2, R3 y R4. R1 proporciona protección de nodo para un nodo R2 de salto siguiente a través de un túnel de derivación T1 (ruta R1-R3). R2 proporciona protección de nodo a un nodo R3, de salto siguiente, a modo de un túnel de derivación T2 (ruta R2-R4).

Cuando falla el enlace R2-R3, R2 puede enviar un mensaje de ruta a través de T2 y R1 recibe también un mensaje PathErr desde R2. La totalidad del tráfico y los mensajes, en el plano de control, se envían por R2 a través de T2. Por lo tanto, R3 puede tener un tiempo de espera del estado de ruta Path y suprimirá los estados locales. Además, la exclusión de R3 desde la ruta de transmisión de datos implica que la totalidad del enlace de reencaminamiento rápido (FRR), en donde R3 actúa como el MP o el PLR, no son válidos. Por lo tanto, R1 debe actualizar sus estados locales y suprimir el enlace de T1 (esta acción se puede iniciar por un mensaje de reserva (Resv) que actualiza un objeto de ruta de registro (RRO) de ruta en sentido descendente y por un temporizador de FRR que realiza una nueva estimación de la relación de enlace con T1). A continuación, R1 puede intentar buscar otro túnel de derivación adecuado. Durante el tiempo después de que R3 suprima sus estados locales y R1 sea capaz de encontrar un enlace sustituido, el túnel protegido permanecerá en un estado no protegido. Por lo tanto, no se puede conseguir la protección del enlace de forma efectiva.

Otra situación es que si falla el enlace R2-R3, puede fallar también inmediatamente el enlace R1-R2. R1 puede enviar un mensaje Path a R3 a través de T1. Después de recibir el mensaje Path, R3 puede enviar, a su vez, un mensaje de regeneración Path a R4. De forma similar, R2 puede enviar también un mensaje Path a R4 a través de T2. Después de recibir el mensaje Path, R4 puede reconocer que es un MP del túnel protegido. Según la técnica de reencaminamiento rápido existente, MP puede decidir rechazar el mensaje Path recibido desde el túnel protegido. Por lo tanto, cuando se recibe el mensaje Path del túnel protegido desde R3, entonces R4 puede rechazar este mensaje Path. Esta situación es inadmisibles porque el plano de datos, en esta situación, se dirige hacia R1, R3 y R4.

En otro ejemplo, el punto MP está protegido por un nodo de túnel de derivación, según se ilustra en la Figura 3.

El túnel principal se dirige hacia la ruta R1, R2, R3 y R4. R1 proporciona protección de nodo para un nodo R2, de salto siguiente, a modo de túnel de derivación T1 (ruta R1, R3). R2 proporciona una protección de nodo para un nodo R3, de salto siguiente, en la forma de un túnel de derivación T2 (ruta R2, R4).

Considerando la situación en la que R1 realiza el reencaminamiento rápido y se conmuta a T1, R2 puede mantener la relación de enlace con T2 hasta que termine el estado de R2. Si falla el enlace R2-R3 dentro de este periodo, R2 puede

enviar un mensaje Path a R4, a través de T2. R4 recibirá este mensaje Path. En este caso, la ruta del plano de control y la ruta del plano de datos no son compatibles entre sí, lo que es inadmisibles.

5 En conclusión, el mecanismo de reencaminamiento rápido convencional es incapaz de resolver el problema de que dos enlaces que se conectan a un mismo nodo fallen simultáneamente en el caso de una protección anidada.

SUMARIO DE LA INVENCION

10 Un método y un encaminador de conmutación de etiquetas, para reencaminamiento rápido, se dan a conocer según varias formas de realización de la presente invención. En consecuencia, se puede resolver el problema de que se produzca un fallo de enlace doble adyacente en el caso de protección anidada.

15 Las formas de realización de la presente invención se pueden poner en práctica en función de las soluciones técnicas siguientes.

Un método de reencaminamiento rápido se da a conocer según una forma de realización de la presente invención. Dicho método incluye:

20 la determinación, después de que un punto de fusión, en sentido descendente, reciba un mensaje de ruta, si el mensaje de ruta se recibe a través de un túnel de derivación; si el mensaje de ruta se recibe a través de un túnel de derivación, el método comprende, además: la determinación de si un túnel protegido pasa a través de un nodo receptor del túnel de derivación, en donde el nodo actual es el punto de fusión; el rechazo del mensaje de ruta si el túnel protegido no pasa a través del nodo receptor; la aceptación del mensaje de ruta, si el túnel protegido pasa a través del nodo receptor; si el mensaje de ruta se recibe a través de una ruta normal que no sea un túnel de derivación, el método comprende, además: la determinación de si un nodo receptor de un túnel de derivación, que está actualmente en uso, se encuentra en un objeto de registro de ruta del mensaje de ruta recibido desde la ruta normal; la aceptación del mensaje de ruta si el nodo receptor no está en el objeto de ruta de registro; el rechazo del mensaje de ruta recibido desde la ruta normal si el nodo receptor está en el objeto de ruta de registro;

30 la actualización, por el punto de fusión en sentido descendente, del objeto de ruta de registro en función de la situación de recepción del mensaje de ruta.

Un encaminador de conmutación de etiquetas se da a conocer según las formas de realización de la presente invención. El encaminador de conmutación de etiquetas comprende:

35 un módulo de determinación de mensajes de ruta, configurado para determinar, después de la recepción de un mensaje de ruta, si el mensaje de ruta se recibe desde un túnel de derivación; un primer módulo de determinación, configurado para recibir un resultado de la determinación desde el módulo de determinación del mensaje de ruta, en donde si el resultado de la determinación indica que el mensaje de ruta se recibe desde el túnel de derivación, el primer módulo de determinación determina si el túnel protegido pasa a través de un nodo receptor del túnel de derivación;

40 un segundo módulo de determinación, configurado para recibir un resultado de la determinación a partir del módulo de determinación del mensaje de ruta, en donde si el resultado de la determinación indica que el mensaje de ruta se recibe a partir de una ruta normal que no es un túnel de derivación, el segundo módulo de determinación determina si un nodo receptor del túnel de derivación, actualmente en uso, se encuentra en un objeto de registro de ruta del mensaje de ruta enviado a través de la ruta normal;

50 un módulo de procesamiento de mensaje de ruta, configurado para rechazar el mensaje de ruta enviado a través del túnel de derivación cuando se determina, en función de los resultados de la determinación, desde el primer módulo de determinación y del segundo módulo de determinación, que el túnel protegido no pasa a través del nodo receptor del túnel de derivación o que el nodo receptor del túnel de derivación, actualmente en uso, no se encuentra en el objeto de ruta de registro del mensaje de ruta enviado a través de la ruta normal.

55 Como puede deducirse de las soluciones técnicas anteriores, dadas a conocer según las formas de realización de la presente invención, cambiando el proceso del nodo que gestiona el mensaje de error de ruta y el mensaje de ruta, la presente invención gestiona efectivamente la situación en donde fallan los enlaces dobles adyacentes en el caso de protección anidada. Por lo tanto, la técnica de reencaminamiento rápido se perfecciona y se mejora al mismo tiempo la estabilidad del encaminador de conmutación de etiquetas.

60 BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es un diagrama esquemático de un método de protección convencional;

65 La Figura 2 es un diagrama esquemático que ilustra el reencaminamiento rápido cuando un PLR está protegido según las técnicas convencionales;

La Figura 3 es un diagrama esquemático que ilustra un reencaminamiento rápido cuando un MP está protegido según las técnicas convencionales;

La Figura 4 es un diagrama esquemático que ilustra el procesamiento de un nodo, en sentido ascendente, en un enlace en condición de fallo, durante la protección del nodo según una primera forma de realización de la presente invención;

La Figura 5 es un diagrama esquemático que ilustra el procesamiento de un nodo, en sentido descendente, en un enlace en condición de fallo durante la protección del nodo, según una primera forma de realización de la presente invención;

La Figura 6 es un primer diagrama de protección de enlace según una segunda forma de realización de la presente invención;

La Figura 7 es un segundo diagrama de protección de enlace según una segunda forma de realización de la presente invención;

La Figura 8 es un diagrama esquemático de bloques según una tercera forma de realización de la presente invención y

La Figura 9 es un diagrama esquemático de bloques según una cuarta forma de realización de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La descripción detallada de varias formas de realización de la presente invención se proporciona a continuación en relación con los dibujos adjuntos.

Cambiando los procesos que el nodo emplea para el procesamiento del mensaje PathErr y los procesos del mensaje Path del túnel protegido, se puede resolver el problema de que dos enlaces adyacentes fallen simultáneamente en el caso de protección anidada.

El método para el procesamiento por el nodo del mensaje PathErr recibido y el mensaje Path del túnel protegido, según una forma de realización de la presente invención, comprende las etapas siguientes:

- 1) Proceso de gestión de un mensaje PathErr: Cuando un nodo determinado recibe un mensaje PathErr, con código de error, que indica que "el túnel está protegido a nivel local", el nodo comprueba si es un PLR basado en un túnel de derivación protegido por nodo. Si es así, el nodo puede comprobar entonces la validez de la salida del túnel de derivación, es decir, realiza la comprobación de si la salida del túnel de derivación está en la ruta por donde pasa el flujo de datos. Si la salida del túnel de derivación no está en el lugar por donde pasa el flujo de datos, se determina que la salida del túnel de derivación es no válida. Si la salida del túnel de derivación se encuentra en el lugar por donde pasa el flujo de datos, se determina que la salida del túnel de derivación es válida. Si la salida del túnel de derivación no es válida, se libera el enlace con el túnel de derivación; si la salida del túnel de derivación es válida, permanece el enlace. Si el nodo no es un PLR, el proceso puede omitir esta etapa de determinación.
- 2) Proceso de gestión de un mensaje Path del túnel protegido: cuando un determinado nodo recibe primero un mensaje Path del túnel protegido desde un determinado túnel de derivación, el nodo comprueba si el túnel protegido pasa a través de un nodo receptor de este túnel de derivación (p.e., utilizando el RRO memorizado en el estado Path local). Si el túnel protegido no pasa a través del nodo receptor, se rechaza el mensaje Path; si el túnel protegido pasa a través del nodo receptor, se acepta el mensaje Path. Cuando un determinado nodo es un MP y recibe el mensaje Path desde una ruta normal (no un túnel de derivación), el nodo comprueba si el nodo receptor del túnel de derivación, que está ahora en uso, se encuentra en el objeto RRO transmitido por el mensaje Path. Si el nodo receptor se encuentra en el RRO, el mensaje Path es solamente un mensaje de regeneración generado por un nodo en el sentido ascendente que es objeto de derivación. En consecuencia, el mensaje Path puede rechazarse. Si no es así, ello significa que se produce otro FFR en el sentido ascendente. Como resultado, el nodo receptor del túnel de derivación, actualmente en uso, es objeto de derivación. En consecuencia, este nuevo mensaje Path debe aceptarse y se debe actualizar el objeto RRO en el bloque de estado de ruta (PSB). Al mismo tiempo, se suprime un bit de signo que indica que el nodo actual es el MP del túnel protegido.

Se realiza una introducción detallada al método de la presente invención en relación con las formas de realización detalladas.

Primera forma de realización: proceso de gestión de un nodo en sentido ascendente cuando falla el enlace. El nodo, en sentido ascendente, cambia el procesamiento del mensaje PathErr y libera, a su debido tiempo, el enlace con el túnel de derivación.

Según se ilustra en la Figura 4, la línea de trazos en dicha Figura 4 indica la dirección de transmisión del mensaje de ruta. R1 a R4 es un túnel que se va a proteger. El túnel principal pasa a través de R1, R2, R3 y R4. R1 proporciona la

protección de nodo para un siguiente nodo R2, de salto siguiente, a través del túnel de derivación T1 (ruta R1, R3). R2 proporciona protección de nodo para un nodo R3, de salto siguiente, a través del túnel de derivación T2 (ruta R2, R4). Cuando falla el enlace R2-R3, el proceso incluye las etapas siguientes.

- 5 Cuando falla el enlace R2-R3, R2 envía, en sentido ascendente, un mensaje PathErr con código de error que indica “notificar” y un valor de error que indica que “el túnel está protegido a nivel local” a R1.

Después de que R1 reciba el mensaje, R1 determina si la propia R1 es el PLR en función del túnel de derivación de protección de nodo. Si R1 es el PLR en función del túnel de derivación de protección de nodo, R1 puede volver a evaluar la relación de enlace entre el túnel protegido y el túnel de derivación. Si R1 no es el nodo receptor del túnel protegido, el procedimiento de evaluación no se realiza y el mensaje se reenvía directamente a un nodo en sentido ascendente hasta que se alcance el punto PLR, en función del túnel de derivación de protección de nodo.

10 Cuando R1 proporciona protección de nodo para un nodo de salto siguiente en la ruta, R1 puede comprobar la validez de la salida del túnel de derivación.

Si R1 detecta que el siguiente nodo R2 está realizando un reencaminamiento rápido y se ha derivado ya, a través de T2, la salida R3 del túnel de derivación T1 del nodo actual R1, R1 puede suprimir la relación de enlace con el túnel principal y actualizar el bit de signo en RRO (esto es, suprimir el bit de signo que indica que R1 es PLR).

20 R1 busca otro túnel de derivación que sea adecuado en un nuevo entorno. Si R1 encuentra dicho túnel de derivación, se puede formar inmediatamente una relación de enlace para proporcionar protección para el enlace R1-R2. Cuando falla el enlace R1-R2, el tráfico puede pasar a lo largo del nuevo túnel de derivación.

Según el proceso precedente, al cambiar el proceso de gestión del mensaje PathErr del nodo ascendente en el enlace fallido, el nodo ascendente puede ser capaz de encontrar inmediatamente una relación de enlace correcta (en tanto que exista otro túnel de derivación adecuado) para proporcionar protección para el enlace en sentido ascendente del enlace fallido. En consecuencia, se puede evitar el problema de que el enlace en sentido ascendente del enlace fallido no esté adecuadamente protegido cuando se espera con el temporizador de reevaluación de la relación de enlace o durante el periodo de iniciación operativa del RRO después de recibir la actualización en sentido descendente.

La operación anterior es un proceso de gestión de un nodo en sentido ascendente, respecto a un enlace fallido, cuando se produce un error en un enlace. Si un enlace adyacente del enlace fallido falla al mismo tiempo, la operación en el nodo en sentido ascendente respecto al enlace fallido puede adoptar el método anteriormente descrito. La operación en el nodo, en sentido descendente, en el enlace fallido, es como sigue. Después de que el nodo, en sentido descendente, reciba el mensaje Path del túnel protegido que pasa a través del túnel de derivación, el nodo, en sentido descendente, puede comprobar si el túnel protegido pasa a través de un nodo receptor de este túnel de derivación. Si el túnel protegido pasa a través de un nodo receptor de este túnel de derivación, el proceso prosigue para gestionar este mensaje Path; si el túnel protegido no pasa a través de un nodo receptor de este túnel de derivación, el mensaje Path se considera como no válido y se rechaza.

Según se ilustra en la Figura 5, la línea de trazos indica la dirección de transmisión del mensaje de ruta. R1 a R4 es un túnel que se va a proteger. El túnel principal pasa a través de R1, R2, R3 y R4. R1 proporciona protección de nodo para un nodo R2, de salto siguiente, a través del túnel de derivación T1 (ruta R1-R3). R2 proporciona protección de nodo para un nodo R3, de salto siguiente, a través de un túnel de derivación T2 (ruta R2-R4). La operación se detalla como sigue.

En primer lugar, cuando falla el enlace R1-R2, R1 realiza un reencaminamiento rápido y conmuta el tráfico a T1. Los datos ya no se dirigen por R2. En el proceso, las operaciones en el nodo en sentido ascendente con respecto al enlace R1-R2 son similares a las operaciones descritas en la Figura 4.

50 Cuando R1 realiza un reencaminamiento rápido, R1 envía un mensaje de regeneración Path del túnel protegido a R3 que, luego, lo reenvía a R4. De este modo, el objeto RRO en los estados Path de R4 se convierte en {R1, R3, R4}.

A continuación, si falla el enlace R2-R3, R2 puede intentar realizar un reencaminamiento rápido. R2 envía un mensaje Path del túnel protegido a R4 a través del túnel de derivación T2. R4 comprueba si el túnel protegido pasa a través del nodo receptor R2 del túnel de derivación T2. Puesto que R2 no se encuentra en el objeto RRO de R4, R4 ya no puede recibir el mensaje Path desde R2 y puede rechazar este mensaje Path.

En el proceso anterior, el enlace R1-R2 falla antes de que falle el enlace R2-R3. Si el enlace R2-R3 falla antes de que falle el enlace R1-R2, el proceso se describe como sigue.

Todavía con referencia a la Figura 5, la línea de trazos indica la dirección de transmisión del mensaje de ruta. R1 a R4 es un túnel que se va a proteger. El túnel principal pasa a través de R1, R2, R3 y R4. R1 proporciona protección de nodo para un nodo R2, de salto siguiente, a través del túnel de derivación T1 (ruta R1, R3). R2 proporciona protección de nodo para un nodo R3, de salto siguiente, a través del túnel de derivación T2 (ruta R2, R4).

En primer lugar, cuando falla el enlace R2-R3, R2 realiza un reencaminamiento rápido y conmuta el tráfico a T2. Los datos ya no se dirigen por R3. R2 puede enviar el mensaje Path del túnel protegido a R4 a través de T2. En este punto, R4 puede añadir un bit de signo de MP para el nodo actual. De forma similar a la descripción del proceso de gestión en sentido ascendente, R2 puede enviar un mensaje PathErr al nodo en sentido ascendente. Después de que el nodo R1, en sentido ascendente, reciba el mensaje PathErr desde R2, R1 puede intentar liberar el enlace con T1. Si falla el enlace R1-R2 antes de que R1 reciba el mensaje PathErr desde R2, R1 puede enviar un mensaje Path del túnel protegido a través de T1, porque la relación de enlace entre R1 y T1 sigue siendo válida. Después de que R3 reciba este mensaje Path, R3 puede enviar un mensaje de regeneración de Path del túnel protegido a R4. Puesto que el enlace R3-R4 no es un túnel de derivación, R4 puede recibir el mensaje de regeneración Path del túnel protegido desde R3. A continuación, R4 puede determinar si el nodo receptor R2 del túnel de derivación T2, actualmente en uso, se encuentra en el objeto RRO transmitido en el mensaje Path. Puesto que el nodo receptor R2 no se encuentra en el RRO, el mensaje Path desde R2 no es admitido y el RRO en los estados Path locales se actualiza y se puede suprimir el bit de signo que indica que el nodo actual es MP. A continuación, la totalidad de los mensajes Path del túnel protegido, recibidos desde T2, son objeto de rechazo.

El proceso anterior cambia los criterios en la determinación de si el nodo MP, en sentido descendente, recibe, o no, el mensaje Path del túnel protegido enviado a través del túnel de derivación. Cuando la ruta protegida no pasa a través del nodo receptor del túnel de derivación que recibe el mensaje Path, se rechaza este mensaje Path. En consecuencia, el mensaje de control y el tráfico está garantizado que pasen a través de la misma ruta, con lo que se evita la situación de que el nodo procese mensajes de control incorrectos, que puedan afectar al reenvío del tráfico normal.

Segunda forma de realización: proceso de gestión en el caso de protección anidada de enlaces.

El método según la primera forma de realización de la invención se aplica a la protección anidada de enlaces. El principio operativo es el mismo. Se realizará una descripción en relación con formas de realización detalladas.

Según se ilustra en la Figura 6, la línea de trazos indica la dirección de transmisión del mensaje de ruta. R2 es un nodo receptor del túnel de derivación de enlace protegido T2. Además, R2 está protegido por un nodo en el túnel de derivación T1. Cuando falla el enlace R2-R3, R2 puede enviar un mensaje Path a R3 a través de T2. Mientras tanto, R2 puede enviar también un mensaje PathErr a R1 para informar sobre la realización de un reencaminamiento rápido. R1 puede volver a evaluar la relación de enlace entre el túnel protegido y el túnel de derivación T1 y determinar que R3 puede seguir actuando como un punto MP. Por lo tanto, no se suprimirá esta relación de enlace. En este momento, si falla el enlace R1-R2, R3 recibe un mensaje Path desde T1. Puesto que el nodo receptor (R1) del túnel de derivación por donde pasa este mensaje Path se encuentra en el objeto RRO de los estados Path locales de R3, este mensaje Path debe admitirse y el objeto RRO en los estados Path de R3 se actualiza para {R1, R3}. Posteriormente, si el mensaje Path es recibido desde R2 a través de T2, este mensaje se rechazará porque R2 no se encuentra en el RRO de los estados de ruta Path. Por lo tanto, la ruta final es {R1, R3}.

Se da a conocer otra instancia según se ilustra en la Figura 7. Esta instancia difiere con respecto a la instancia ilustrada en la Figura 6 solamente en su topología. El proceso de protección de enlace específico y el proceso posterior al fallo son similares, por lo que se omiten aquí para mayor brevedad.

Un encaminador de conmutación de etiquetas se da a conocer según una tercera forma de realización de la presente invención, según se ilustra en la Figura 8. El encaminador de conmutación de etiquetas incluye al menos:

un módulo de determinación, configurado para determinar, después de la recepción de un mensaje PathErr, si el nodo actual es un PLR en función del túnel de derivación de protección de nodo o de enlace protegido;

un módulo de procesamiento de mensajes de error de ruta, configurado para recibir un resultado de la determinación desde el módulo de determinación. Cuando el nodo actual es PLR en función del túnel de verificación de protección de nodo o de enlace protegido, la validez del túnel de derivación se comprueba después de que se reciba el mensaje PathErr. Dicho de otro modo, se comprueba si la salida del túnel de derivación está en la ruta por donde pasa el flujo de datos;

un módulo de liberación de enlace, configurado para recibir el resultado del procesamiento desde el módulo de procesamiento de mensajes de error de ruta, en donde el enlace con el túnel de derivación se libera cuando el módulo de procesamiento de mensajes de fallo de enlaces detecta que la salida del túnel de derivación no es válida, es decir, la salida no está en la ruta por donde pasa el flujo de datos.

El encaminador de conmutación de etiquetas, según la presente forma de realización, es un nodo, en sentido ascendente, respecto a un nodo fallido. Al cambiar el proceso de gestión de mensajes PathErr y mediante la supresión, a su debido tiempo, del enlace con el túnel de derivación para el reestablecimiento de una nueva relación de enlace adecuada, se puede resolver el problema de que el fallo del enlace ocurra primero en el enlace en sentido descendente, cuando el PLR, en sentido descendente, está protegido en una forma anidada.

Un encaminador de conmutación de etiquetas se da a conocer según una cuarta forma de realización de la presente invención, según se ilustra en la Figura 9. El encaminador de conmutación de etiquetas comprende:

- 5 un módulo de determinación de mensajes de ruta, configurado para determinar, después de recibir un mensaje de ruta, si el mensaje de ruta se recibe desde un túnel de derivación;
- 10 un primer módulo de determinación, configurado para recibir un resultado de la determinación desde el módulo de determinación de mensajes de ruta, en donde si el resultado de la determinación indica que el mensaje de ruta es recibido desde el túnel de derivación, el primer módulo de determinación determina si el túnel protegido pasa a través de un nodo receptor del túnel de derivación;
- 15 un segundo módulo de determinación, configurado para recibir un resultado de la determinación desde el módulo de determinación de mensajes de ruta, en donde si el resultado de la determinación indica que el mensaje de ruta se recibe desde una ruta normal que no es un túnel de derivación, el segundo módulo de determinación determina si el nodo receptor del túnel de derivación, actualmente en uso, se encuentra en un objeto de registro de ruta del mensaje de ruta enviado por intermedio de la ruta normal;
- 20 un módulo de procesamiento de mensajes de ruta, configurado para rechazar el mensaje de ruta enviado a través del túnel de derivación cuando se determina, en función de los resultados de la determinación desde el primer módulo de determinación y del segundo módulo de determinación, que el túnel protegido no pasa a través del nodo receptor del túnel de derivación o que el nodo receptor del túnel de derivación, actualmente en uso, no se encuentra en el objeto de ruta de registro del mensaje de ruta enviado por intermedio de la ruta normal.
- 25 El encaminador de conmutación de etiquetas, según la forma de realización actual, es un nodo, en sentido descendente, respecto al enlace fallido. Al cambiar los criterios de determinación sobre el mensaje Path y el rechazo de mensajes Path no válidos, se puede resolver el problema de que fallen simultáneamente dos enlaces adyacentes al punto PLR (o fallen transcurrido un intervalo de tiempo muy corto) o el enlace, en sentido ascendente, adyacente al punto PLR, falle primero cuando el PLR, en sentido descendente, esté protegido por un nodo.
- 30 Puesto que un nodo puede actuar como no solamente un nodo en sentido ascendente respecto a un enlace fallido, sino también como un nodo en sentido descendente de otro enlace fallido, los anteriores módulos se pueden proporcionar juntos en un solo encaminador de conmutación de etiquetas.
- 35 En sentido global, la forma de realización de la presente invención resuelve efectivamente el fallo de enlaces dobles adyacentes en el caso de la protección anidada, pudiéndose resolver el problema de que concurren los fallos (o se produzca dentro de un intervalo de tiempo muy corto) en dos enlaces adyacentes al PLR o al MP cuando un PLR o un MP está protegido. La técnica de reencaminamiento rápido se perfecciona y se mejora la estabilidad del encaminador de conmutación de etiquetas.
- 40 Lo que antecede es simplemente formas de realización ejemplo de la presente invención y no limitan, en modo alguno, el alcance de protección de la presente invención. Cualesquiera variaciones o equivalentes se pueden apreciar fácilmente por los expertos en esta materia. Estas variaciones o equivalentes habrán de interpretarse como que caen dentro del alcance de protección de la presente invención. Por lo tanto, el alcance de la presente invención debe determinarse por el alcance estipulado por las reivindicaciones adjuntas.
- 45

REIVINDICACIONES

1. Un método para reencaminamiento rápido, que comprende:

5 determinar, después de que un punto de fusión en sentido descendente (R4) reciba un mensaje de ruta, si el mensaje de ruta se recibe por intermedio de un túnel de derivación:

si el mensaje de ruta se recibe por intermedio de un túnel de derivación, el método comprende, además:

10 determinar si un túnel protegido pasa a través de un nodo receptor (R2) del túnel de derivación (T2) en donde el nodo actual es el punto de fusión;

rechazar el mensaje de ruta si el túnel protegido no pasa a través del nodo receptor;

15 aceptar el mensaje de ruta si el túnel protegido pasa a través del nodo receptor;

si el mensaje de ruta se recibe por intermedio de una ruta normal que no es un túnel de derivación, el método comprende, además:

20 determinar si un nodo receptor de un túnel de derivación, que está actualmente en uso, se encuentra en un objeto de ruta de registro del mensaje de ruta recibido desde la ruta normal;

rechazar el mensaje de ruta si el nodo receptor no se encuentra en el objeto de ruta de registro;

25 actualización, por el punto de fusión en sentido descendente, el objeto de ruta de registro en función de la situación de recepción del mensaje de ruta.

2. El método según la reivindicación 1 caracterizado por comprender, además:

30 el envío, por un punto de reparación local de un enlace, de un mensaje de error de ruta, a un nodo en sentido ascendente, cuando se produce un fallo en el enlace en el caso de una protección de reencaminamiento rápido.

3. El método según la reivindicación 2, caracterizado por comprender, además:

35 detectar si una salida del túnel de derivación se encuentra en una ruta en donde pasa un flujo de datos después de que un punto, en sentido ascendente, de reparación local reciba el mensaje de error de ruta; liberar el enlace con el túnel de derivación si la salida no se encuentra en la ruta en donde pasa el flujo de datos; mantener el enlace si la salida se encuentra en la ruta en donde pasa el flujo de datos.

40 4. El método según la reivindicación 3, caracterizado porque comprende, además: continuar el reenvío del mensaje de error de ruta hacia el sentido ascendente hasta que el mensaje de error de ruta alcance el nodo receptor del túnel protegido si el nodo en sentido ascendente no es el nodo receptor del túnel en curso de protección.

45 5. El método según la reivindicación 3, caracterizado por comprender, además:

buscar otro túnel de derivación adecuado después de que el punto, en sentido ascendente, de reparación local libere el enlace con el túnel de derivación.

50 6. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque la etapa que consiste en determinar si el túnel protegido pasa a través de un nodo receptor del túnel de derivación en donde el nodo actual es el punto de fusión comprende, además:

comprobar si el nodo receptor del túnel de derivación se encuentra en el objeto de ruta de registro de los estados de rutas locales del punto de fusión en sentido descendente.

55 7. El método según la reivindicación 1, caracterizado porque, después de que el punto de fusión, en sentido descendente, reciba el mensaje de ruta recibido desde la ruta normal que no es un túnel de derivación y confirma la aceptación del mensaje de ruta, el método comprende, además:

60 suprimir, por el punto de fusión en sentido descendente, un bit de signo que indica que el nodo actual es un punto de fusión.

8. El método según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende, además, rechazar el mensaje de ruta recibido desde la ruta normal si el nodo receptor se encuentra en el objeto de ruta de registro.

65

9. El método según la reivindicación 1, caracterizado porque la etapa que consiste en actualizar, por el punto de fusión en sentido descendente, el objeto de ruta de registro en función de la situación de recepción del mensaje de ruta, comprende:

5 actualizar, por el punto de fusión en sentido descendente, el objeto de ruta de registro cuando el mensaje de ruta se recibe por intermedio de la ruta normal y se acepta el mensaje de ruta.

10. Un encaminador de conmutación de etiquetas, que comprende:

10 un módulo de determinación de mensaje de ruta, configurado para determinar, después de recibir un mensaje de ruta, si el mensaje de ruta se recibe desde un túnel de derivación;

un primer módulo de determinación, configurado para recibir un resultado de determinación desde el módulo de determinación de mensaje de ruta, en donde si el resultado de determinación indica que el mensaje de ruta se recibe desde el túnel de derivación, el primer módulo de determinación procede a determinar si el túnel protegido pasa a través de un nodo receptor (R2) del túnel de derivación (T2);

un segundo módulo de determinación, configurado para recibir un resultado de determinación desde el módulo de determinación de mensaje de ruta, en donde si el resultado de determinación indica que el mensaje de ruta se recibe desde una ruta normal, que no es un túnel de derivación, el segundo módulo de determinación determina si un nodo receptor (R2) del túnel de derivación (T2), en curso de utilización, se encuentra en un objeto de ruta de registro del mensaje de ruta enviado a través de la ruta normal;

un módulo de procesamiento de mensaje de ruta, configurado para rechazar el mensaje de ruta enviado por intermedio del túnel de derivación cuando se determina, en función de los resultados de determinación procedentes del primer módulo de determinación y del segundo módulo de determinación, que el túnel protegido no pasa a través del nodo receptor del túnel de derivación y está configurado para rechazar el mensaje de ruta recibido desde una ruta normal cuando el nodo receptor del túnel de derivación, en curso de utilización, no se encuentra en el objeto de ruta de registro del mensaje de ruta enviado a través de la ruta normal.

11. El encaminador de conmutación de etiquetas según la reivindicación 10, caracterizado porque comprende, además:

un módulo de determinación, configurado para determinar, después de recibir un mensaje de error de ruta, si el nodo actual es un punto de reparación local en función de un túnel de derivación de protección de nodo;

un módulo de procesamiento de mensaje de error de ruta configurado para recibir un resultado de determinación desde el módulo de determinación, en donde si el nodo actual es el punto de reparación local en función del túnel de derivación de protección de nodo, el módulo de procesamiento de mensaje de error de ruta comprueba la validez del túnel de derivación después de recibir el mensaje de error de ruta;

un módulo de liberación de enlace configurado para recibir un resultado de procesamiento desde el módulo de procesamiento de mensaje de error de ruta y para liberar un enlace con el túnel de derivación cuando se determina que la salida del túnel de derivación no es válida.

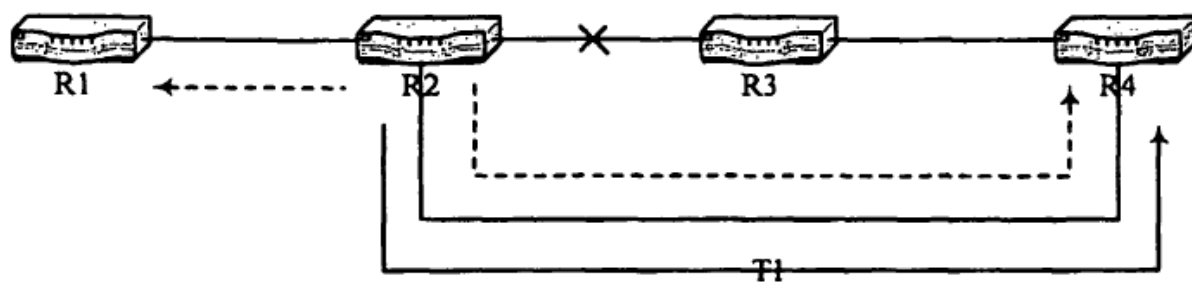


Figura 1

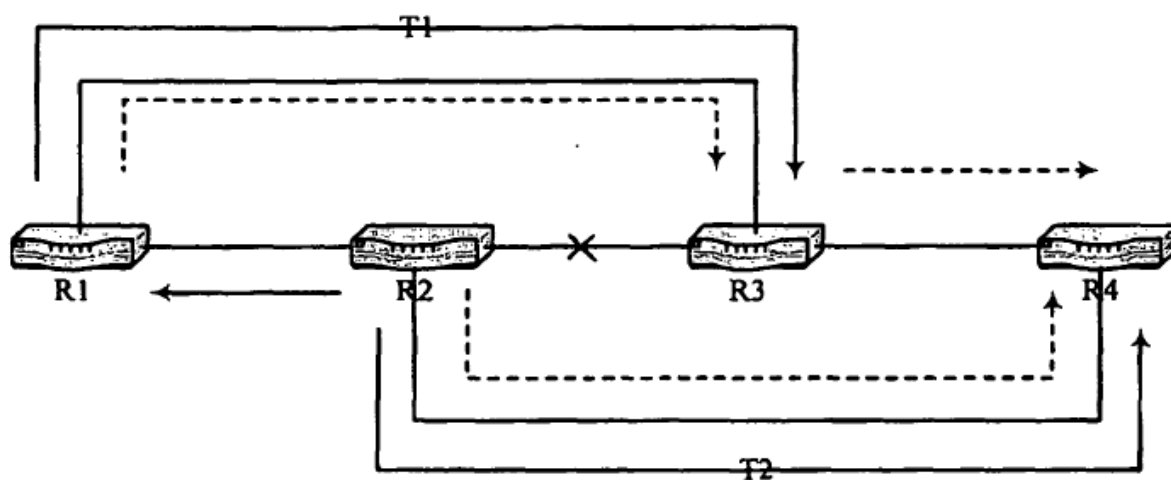


Figura 2

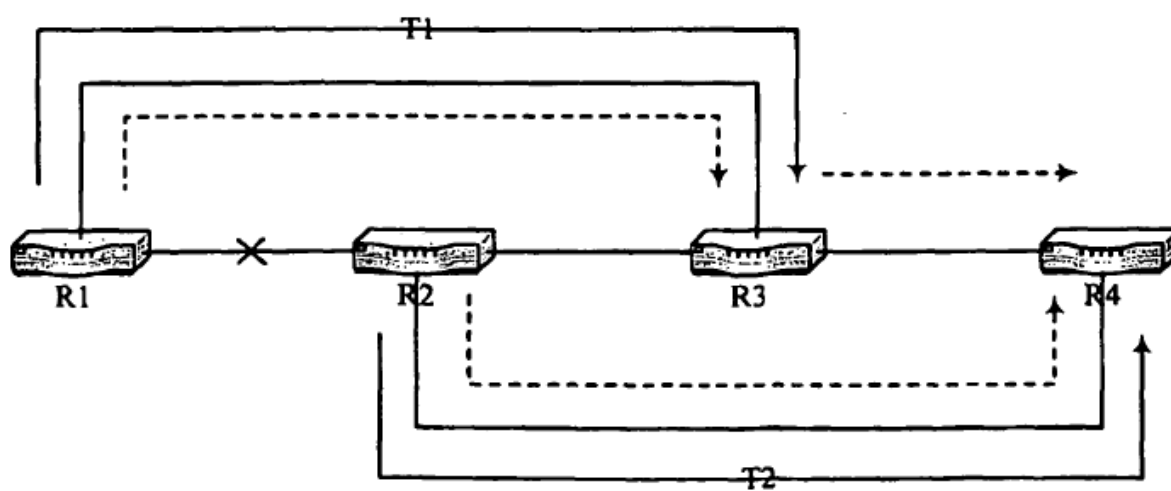


Figura 3

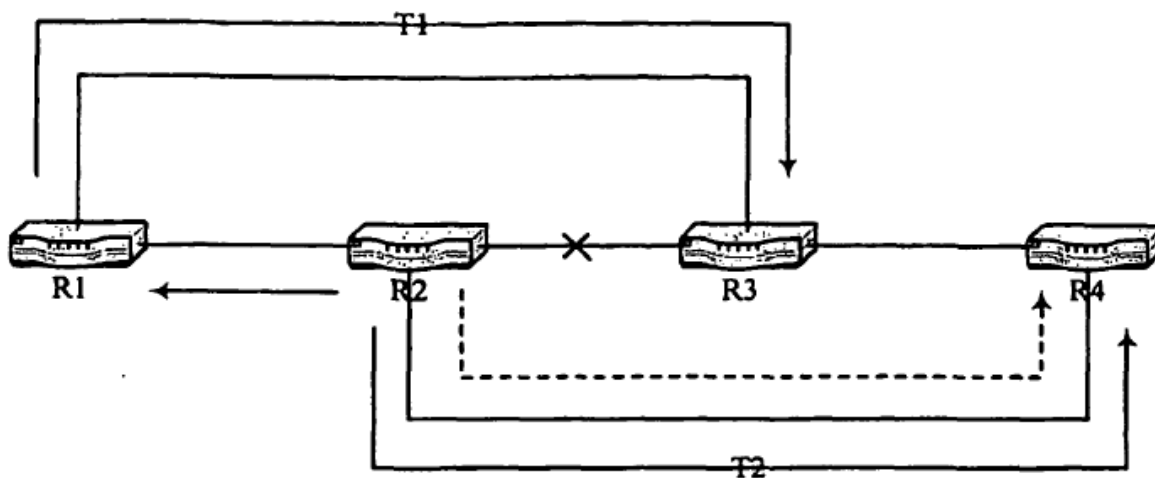


Figura 4

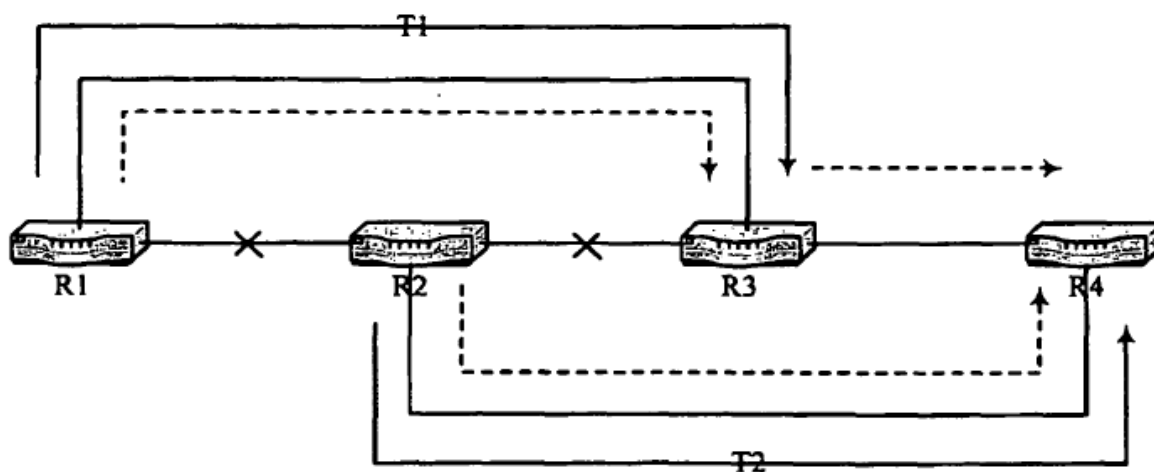


Figura 5

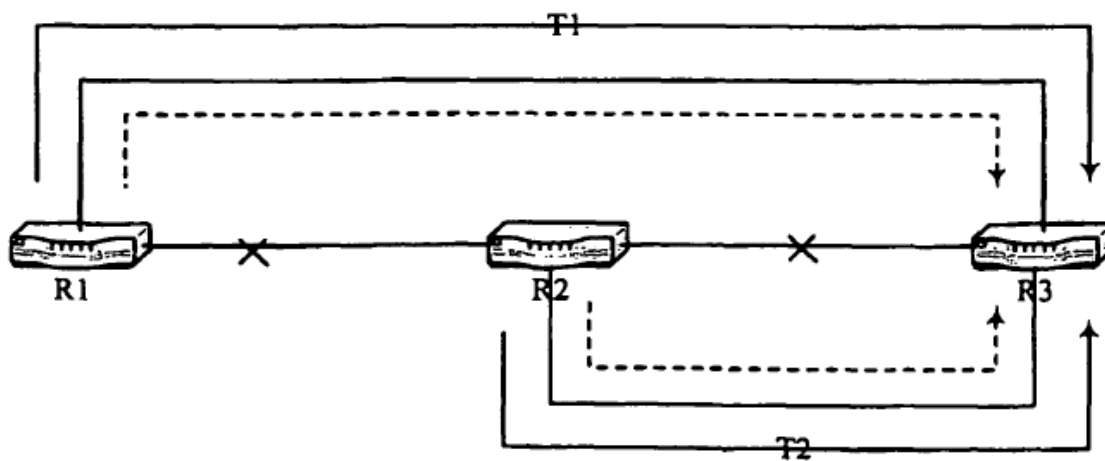


Figura 6

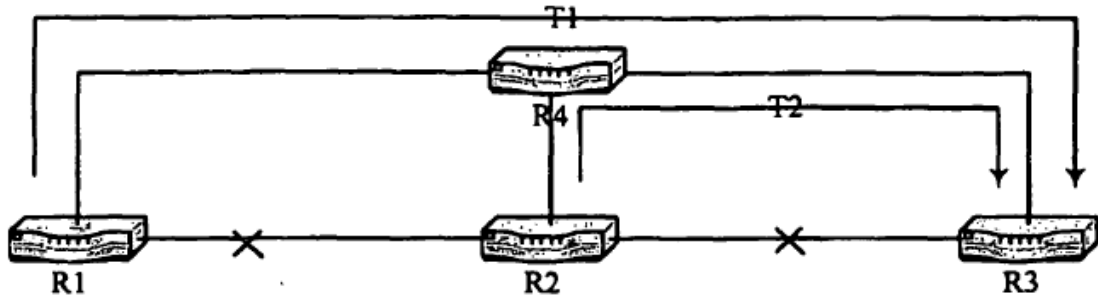


Figura 7

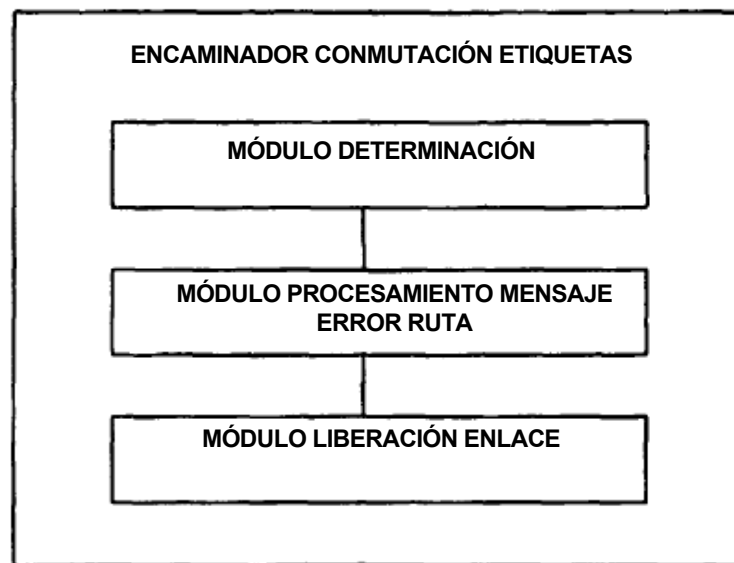


Figura 8

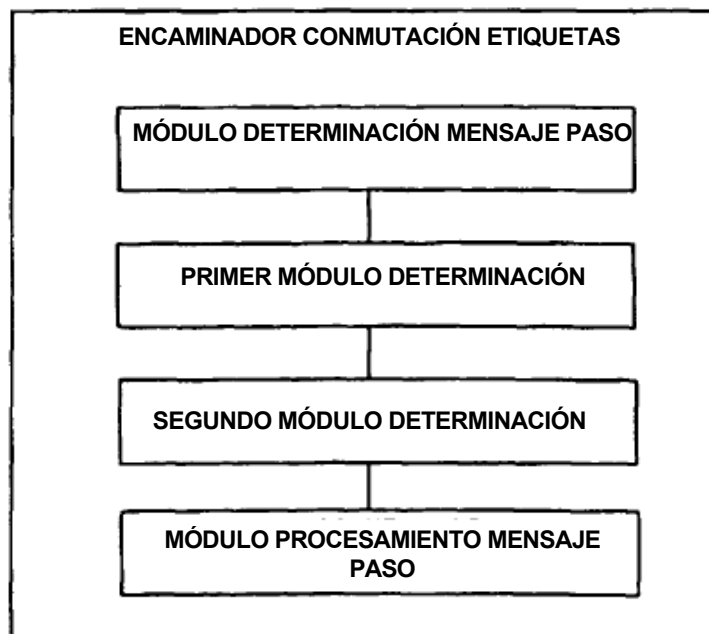


Figura 9