

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 625 315**

51 Int. Cl.:

H04L 12/26 (2006.01)
H04L 12/729 (2013.01)
H04L 12/759 (2013.01)
H04L 12/751 (2013.01)
H04L 12/707 (2013.01)
H04L 12/703 (2013.01)
H04L 12/723 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.12.2008** **PCT/CN2008/073623**
87 Fecha y número de publicación internacional: **30.07.2009** **WO09092249**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2008** **E 08871589 (1)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.03.2017** **EP 2159957**

54 Título: **Método para conseguir protección para una red en malla compartida**

30 Prioridad:

27.12.2007 CN 200710306902
15.01.2008 CN 200810002355

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.07.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

LONG, HAO y
DONG, JIXIONG

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 625 315 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método para conseguir protección para una red en malla compartida.

Campo de la tecnología

La presente invención se refiere al campo de la tecnología de conmutación para protección de redes, y, en particular, a un método y a un dispositivo de red para conseguir protección por malla compartida.

Antecedentes de la invención

La protección de la red es una característica importante de una red de telecomunicaciones. Con el fin de conseguir la protección, por lo general se establece de antemano una ruta de protección, que no está unida a una ruta en funcionamiento. Cuando ocurre un fallo en la ruta en funcionamiento, un flujo en funcionamiento se conmuta de la ruta en funcionamiento a la ruta de protección. Como regla general, se establece una ruta de conmutación por etiquetas (LSP, por su sigla en inglés) de protección con un ancho de banda exclusivo para cada LSP en funcionamiento para llevar a cabo la protección. De esta forma, el ancho de banda de protección que es preciso reservar en un enlace es la suma de todos los anchos de banda de LSP de protección que pasan por el enlace, por lo que se reservará una gran cantidad de ancho de banda que no se puede utilizar para otros servicios.

En realidad, en la mayoría de los casos, la probabilidad de que ocurran múltiples fallos al mismo tiempo es más bien baja. Por lo tanto, la protección por malla compartida propuesta es un método para conseguir compartir ancho de banda de múltiples rutas de protección en el caso de un fallo en un punto único. La protección por malla compartida es una clase de protección de extremo a extremo asignándose los recursos y rutas de protección de antemano. De ese modo, puede conseguir la velocidad de conmutación de protección de conmutación de protección lineal, y la conmutación es mucho más rápida que en la protección de recuperación generalmente utilizada en una red óptica con conmutación automática (ASON, por su sigla en inglés).

La Fig. 1 es un ejemplo específico en el cual se aplica tecnología de protección por malla compartida en la técnica anterior. Una red está constituida por nodos N1 a N6 y enlaces entre los nodos, incluyendo cinco LSP en funcionamiento (LSP1 a LSP5) y cinco LSP de protección correspondientes (LSP6 a LSP10), y cada una de las LSP se muestra en la Fig. 1. La Tabla 1 es una base de datos para calcular información de reserva de ancho de banda para cada enlace en el ejemplo, que mantiene cantidades de ancho de banda de los servicios que precisan conmutarse a otro enlace cuando ocurre un fallo en un enlace de la red. Si la conmutación se realiza con éxito, al enlace al que se conmuta también se le requiere reservar al menos el ancho de banda de protección correspondiente. Por ejemplo, el número "1" en la segunda fila y quinta columna indica que 1 M de tráfico de servicio se conmuta de un enlace L-4 a un enlace L-1 cuando ocurre un fallo en el enlace L-4. Para cada enlace, solo es preciso reservar un valor máximo del ancho de banda de los servicios conmutados durante un fallo del enlace para asegurar que el enlace puede llevar los servicios conmutados por completo en el caso de un fallo en cualquier posición.

Tabla 1

Enlace	L-1	L-2	L-3	L-4	L-5	L-6	L-7	N1	N2	N3	N4	N5	N6	Ancho de banda reservado máximo
L-1			1	1		1						1		1
L-2			1	1		1						1		1
L-3	1	1		1				1						1
L-4	1	1			1		1	1		1				1
L-5			1			1						1		1
L-6				1	2		1		1	1				2
L-7			1	1	1	1			1			1		1

En la técnica anterior, se utiliza un método de control centralizado para calcular un ancho de banda reservado. En un primer método de la técnica anterior, un controlador centralizado calcula la información de enrutado y ancho de banda en toda la red y mantiene entradas similares a las de la Tabla 1. Cuando se computa una ruta de protección, se obtiene un ancho de banda de protección de cada enlace en la LSP de protección de acuerdo con las entradas.

Cuando se establece una ruta de protección, la información de ancho de banda sobre cada enlace se lleva en cada uno de dichos enlaces. Por lo tanto, se habilitan nodos en la ruta de protección para realizar reserva de ancho de banda según la información.

5 En un segundo método de la técnica anterior, cuando se establece una ruta de protección, llevando información de enrutado explícita sobre una ruta en funcionamiento, cada nodo mantiene una entrada similar a la de la Tabla 1 de acuerdo con la información de enrutado explícita sobre la ruta en funcionamiento. No obstante, solo mantiene la información de ancho de banda de protección requerida para enlaces en el propio nodo. Cada nodo determina el ancho de banda de protección requerido para los enlaces en el propio nodo según la entrada mantenida por el propio nodo.

10 En la implementación de la presente invención, los inventores encontraron que la técnica anterior al menos presenta los siguientes problemas.

15 El primer y segundo métodos de la técnica anterior solo admiten la conmutación de protección para un fallo único. Si ocurre un segundo fallo antes de que se recupere un primer fallo, puesto que la información de ancho de banda disponible sobre la LSP de protección ha cambiado después de la conmutación del primer fallo y el sistema carece de gestión y mantenimiento de ancho de banda de protección compartida de la LSP de protección, la conmutación del segundo fallo puede fallar y es posible que la protección de servicios no se realice. Asimismo, en el primer método de la técnica anterior, el controlador centralizado además precisa mantener una gran cantidad de información y los requerimientos para el controlador centralizado son muy elevados.

20 Como protección de seguimiento después de un fallo, un enfoque sencillo es recomputar la ruta de protección compartida de la LSP afectada y volver a implementar nuevas rutas de protección. No obstante, en dicho enfoque, muchas LSP están afectadas y la implementación es bastante complicada puesto que es preciso eliminar y reestablecer un gran número de LSP.

J. Ennis et al, "Shared mesh protection in MPLS networks" ofrece el principio de cómo configurar el recurso de ancho de banda de protección respecto de compartir ancho de banda entre distintas rutas de protección.

25 Compendio de la invención

En consecuencia, la presente invención se refiere a un método para conseguir protección por malla compartida, con el fin de conseguir gestión y mantenimiento dinámicos de un ancho de banda de protección compartida.

Según un primer aspecto de la presente invención se ofrece un método para conseguir protección por malla compartida, que incluye las siguientes etapas.

30 Un primer nodo detecta que ocurre un fallo en una LSP en funcionamiento, conmuta servicios en la LSP en funcionamiento a una LSP de protección, e informa sobre un estado de fallo y un estado de conmutación de protección a un plano de control del primer nodo, en donde el primer nodo es un nodo de punto de conexión de tanto la LSP en funcionamiento como la LSP de protección.

35 El plano de control genera un mensaje de señalización que lleva información de enrutado y de ancho de banda sobre la LSP en funcionamiento para notificar cada segundo nodo. Cada segundo nodo es un nodo de la LSP de protección, en donde el mensaje de señalización es un mensaje de RUTA extendida, y el mensaje de RUTA lleva información sobre un ancho de banda ocupado previo al fallo por la LSP en funcionamiento e información de enrutado explícita sobre la LSP en funcionamiento.

40 Cada segundo nodo de la LSP de protección mantiene una tabla de influencia de fallos para calcular información de reserva de ancho de banda de protección, en donde la tabla de influencia de fallos comprende para cada primer enlace, siendo el primer enlace un enlace conectado a cada segundo nodo:

45 uno o más anchos de banda de servicios reservados, en donde el número del ancho de banda de servicios reservado por cada primer enlace corresponde al número de segundos enlaces y terceros nodos, no siendo los terceros nodos, nodos de extremo de dichas LSP en funcionamiento, siendo los segundos enlaces y terceros nodos partes de LSP en funcionamiento que utilizan cada primer enlace como enlace para su LSP de protección,

siendo un ancho de banda de servicios reservado máximo el máximo de todo el ancho de banda de servicios reservado de los anchos de banda de servicios reservados para cada primer enlace, y siendo un ancho de banda de protección compartido un ancho de banda actual en realidad inactivo en el primer enlace.

50 Cada segundo nodo de la LSP de protección asigna, en la tabla de influencia de fallos, los segundos enlaces y terceros nodos de la LSP en funcionamiento que lleva la información de enrutado explícita del mensaje de RUTA a anchos de banda de servicios reservados y anchos de banda de protección compartidos de enlaces de entradas en la tabla de influencias de fallos, de forma que el ancho de banda ocupado por la LSP en funcionamiento que lleva el mensaje de RUTA se sustrae respectivamente del ancho de banda de servicios reservado y del ancho de banda de protección compartido del primer enlace para obtener un ancho de banda de servicios reservado actual y un ancho

de banda de protección compartido actual del primer enlace. Cada segundo nodo recalcula, en la tabla de influencia de fallos, un ancho de banda reservado máximo necesario del primer enlace según el ancho de banda de servicios reservado actual del primer enlace. Y cada segundo nodo ajusta, en la tabla de influencia de fallos, el ancho de banda de protección compartido actual del primer enlace para incrementar un ancho de banda de protección compartido ajustado del primer enlace a un valor no inferior al ancho de banda reservado máximo necesario del primer enlace en el caso de que pueda incrementarse el ancho de banda de protección compartido ajustado. Una LSP para proteger la LSP de protección se establece utilizando una estrategia para conseguir protección por malla compartida.

Según un segundo aspecto de la presente invención se ofrece un método para conseguir protección por malla compartida, que incluye las siguientes etapas.

Un primer nodo detecta que se recupera un fallo de una LSP en funcionamiento después de que ocurre el fallo en la LSP en funcionamiento y de que los servicios en la LSP en funcionamiento se conmutan a una LSP de protección. El primer nodo conmuta los servicios en la LSP de protección a la LSP en funcionamiento, en donde el primer nodo es un nodo de punto de conexión de tanto la LSP en funcionamiento como de la LSP de protección.

Un plano de control del primer nodo notifica un mensaje de señalización que lleva información de enrutado e información de ancho de banda sobre la LSP en funcionamiento a cada segundo nodo de la LSP de protección, en donde el mensaje de señalización es un mensaje de RUTA extendida, y el mensaje de RUTA lleva información sobre un ancho de banda ocupado por la LSP en funcionamiento e información de enrutado explícita sobre la LSP en funcionamiento.

Cada segundo nodo de la LSP de protección mantiene una tabla de influencia de fallos para calcular información de reserva de ancho de banda de protección, en donde la tabla de influencia de fallos comprende para cada primer enlace, siendo el primer enlace un enlace conectado a cada segundo nodo:

uno o más anchos de banda de servicios reservados, en donde el número del ancho de banda de servicios reservado por cada primer enlace corresponde al número de segundos enlaces y terceros nodos, no siendo los terceros nodos, nodos de extremo de dichas LSP en funcionamiento, siendo los segundos enlaces y terceros nodos partes de LSP en funcionamiento que utilizan cada primer enlace como enlace para su LSP de protección,

siendo un ancho de banda de servicios reservados máximo el máximo de todos los anchos de banda de servicios reservados de los anchos de banda de servicios reservados para cada primer enlace, y

siendo un ancho de banda de protección compartido un ancho de banda actual en realidad inactivo en el primer enlace.

Cada segundo nodo de la LSP de protección asigna, en la tabla de influencia de fallos, los segundos enlaces y terceros nodos de la LSP en funcionamiento que lleva la información de enrutado explícita del mensaje de RUTA a anchos de banda de servicios reservados y anchos de banda de protección compartidos de enlaces de entradas en la tabla de influencias de fallos, de forma que el ancho de banda ocupado por la LSP en funcionamiento se añade respectivamente al ancho de banda de servicios reservado y el ancho de banda de protección compartido del primer enlace para obtener un ancho de banda de servicios reservado actual y un ancho de banda de protección compartido actual del primer enlace. Cada segundo nodo recalcula, en la tabla de influencia de fallos, un ancho de banda reservado máximo necesario del enlace según el ancho de banda de servicios reservado actual, y ajusta, en la tabla de influencia de fallos, el ancho de banda de protección compartido actual del primer enlace para reducir un ancho de banda de protección compartido ajustado del primer enlace a un valor no inferior al ancho de banda reservado máximo necesario del primer enlace.

Tal y como se puede observar en lo anteriormente descrito, ajustando el ancho de banda de protección compartido después de la conmutación de protección o utilizando la LSP de protección como transición y estableciendo una nueva LSP para conmutación de protección, es posible conseguir gestión y mantenimiento dinámicos del ancho de banda de protección compartido de la LSP de protección, de forma tal que un fallo en cualquier posición pueda todavía ser protegido de manera flexible después de que ocurra al menos un fallo en caso de protección por malla compartida. La solución es simple y sencilla de implementar y permite incrementar de manera eficaz la utilización de recursos de ancho de banda y la supervivencia de los servicios.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es un ejemplo específico en el cual se aplica tecnología de protección por malla compartida en la técnica anterior;

La Fig. 2 es una vista esquemática de cada LSP en un ejemplo de una red en malla en una solución según una realización de la presente invención;

La Fig. 3 es una vista esquemática de una situación que se produce cuando ocurre un fallo en un enlace R7-R8 en la red tal y como se muestra en la Fig. 2;

La Fig. 4 es un diagrama de flujo de conmutación de protección según una primera realización de la presente invención;

La Fig. 5 es una vista esquemática del establecimiento de una ruta LSP2-P' en el proceso que se muestra en la Fig. 4;

5 La Fig. 6 es un diagrama de flujo del proceso en caso de recuperación de fallos después de conmutación de protección según la primera realización de la presente invención;

La Fig. 7 es un diagrama de flujo de conmutación de protección según un ejemplo no cubierto por la presente invención;

10 La Fig. 8 es una vista esquemática del establecimiento de una ruta LSP2-W' en el proceso que se muestra en la Fig. 7;

La Fig. 9 es una vista esquemática de servicios de conmutación a la ruta LSP2-W' en el proceso que se muestra en la Fig. 7;

La Fig. 10 es un diagrama de flujo del procesamiento de recuperación de fallos después de conmutación de protección según un ejemplo no cubierto por la presente invención; y

15 La Fig. 11 es una vista esquemática de servicios de conmutación a una ruta en funcionamiento LSP2-W en el proceso que se muestra en la Fig. 10.

Descripción detallada de las realizaciones

20 Con el fin de que sean más comprensibles los objetivos, soluciones técnicas y ventajas de la presente invención, a continuación se ilustran en detalle, en ejemplos específicos, soluciones técnicas según las realizaciones de la presente invención.

25 La Fig. 2 muestra un estado de cada LSP en una red en malla, que incluye tres LSP en funcionamiento, a saber, LSP1-W, LSP2-W, y LSP3-W, y tres LSP de protección correspondientes, a saber, LSP1-P, LSP2-P, y LSP3-P. Un ancho de banda de la LSP2 es 2 M, y un ancho de banda de la LSP1 y la LSP3 es respectivamente 1 M. Un nodo R5 mantiene una entrada para calcular información de reserva de ancho de banda de protección relacionada con el nodo tal y como se muestra en la Tabla 2. En lo sucesivo, se hace referencia a la entrada como una tabla de influencia de fallos. La tabla de influencia de fallos incluye anchos de banda de servicios que cada enlace conectado al nodo reserva para otros enlaces así como un ancho de banda reservado máximo y un ancho de banda de protección compartido actual de cada enlace conectado al nodo, todos ellos a una unidad de megabits.

Tabla 2

Enlace	R1-R2	R7-R8	R8-R9	R9-R6	R8	R9	Ancho de banda reservado máximo	Ancho de banda de protección compartido
R2-R5	1						1	1
R4-R5	1	2	2		2		2	2
R8-R5			1	1		1	1	1
R6-R5		2	3	1	2	1	3	3

30 El ancho de banda de servicios reservado es el ancho de banda requerido cuando se conmutan servicios a un enlace B en caso de que ocurra un fallo a un enlace A que está protegido por el enlace B. Tal y como se muestra en la Tabla 2, el ancho de banda de servicios que se requiere se reserve en el enlace R6-R5 para proteger el enlace R8-R9 es 3 M, y el ancho de banda de servicios que se requiere se reserve en el enlace R6-R5 para proteger el enlace R7-R8 es 2 M. El ancho de banda reservado máximo significa un ancho de banda de servicios reservado máximo en todos los anchos de banda de servicios reservados del enlace B. El enlace solo precisa satisfacer el ancho de banda de servicios reservado máximo para proteger todos los enlaces que necesitan protección debido al principio de protección por malla compartida. Según la Tabla 2, para conseguir la protección, un ancho de banda reservado máximo del nodo R5 en el enlace R6-R5 es 3 M, un ancho de banda reservado máximo en el enlace R4-R5 es 2 M, y un ancho de banda reservado máximo en el enlace R8-R5 y el enlace R2-R5 es respectivamente 1 M. El ancho de banda de protección compartido significa un ancho de banda actual en realidad inactivo en el enlace B y el ancho de banda inactivo puede servir como un ancho de banda para proteger otros enlaces. El ancho de banda

de protección compartido solo precisa ser configurado no inferior al ancho de banda reservado máximo. Para ahorrar recursos de red, el ancho de banda de protección compartido se configura habitualmente igual al ancho de banda reservado máximo.

Cabe destacar que la monitorización de conexión se realiza tanto en las LSP en funcionamiento como en las LSP de protección para determinar si ocurre un fallo en las LSP. Una forma específica de monitorización de conexión depende de la propiedad de la LSP. Por ejemplo, si la LSP es de una conexión PBB-TE (ingeniería de tráfico-puentes de red troncal de proveedor, en inglés "provider backbone bridge-traffic engineering"), se utiliza un mecanismo de comprobación de continuidad (CC, por su sigla en inglés) definido en operación, administración y mantenimiento (OAM, por su sigla en inglés) de Ethernet para monitorizar la conexión. Si la LSP es una LSP de conmutación multi-protocolo mediante etiquetas (MPLS, por su sigla en inglés), se utiliza un mecanismo de verificación de conectividad (CV, por su sigla en inglés) MPLS definido en MPLS OAM para monitorizar la conexión. Si la LSP es una LSP de MPLS de transporte (T-MPLS), se utiliza un mecanismo CC definido en T-MPLS OAM para monitorizar la conexión.

Según la presente invención, se ofrece un método para conseguir protección por malla compartida, que puede incluir las siguientes etapas: Si se detecta un cambio de estado de una LSP en funcionamiento, se notifica información de enrutado y de ancho de banda sobre la LSP en funcionamiento a cada nodo en una LSP de protección correspondiente a la LSP en funcionamiento. Cada nodo en la LSP de protección calcula un ancho de banda reservado máximo de un enlace según la información de enrutado y de ancho de banda recibida, y ajusta un ancho de banda de protección compartido del enlace según el ancho de banda reservado máximo. Al parecer, según el cambio de estado de la ruta, se puede conseguir gestión y mantenimiento dinámicos del ancho de banda, con el fin de ofrecer protección eficaz contra posibles futuros fallos después de que ocurre un fallo en la protección por malla compartida.

Realización 1

Cuando ocurre un fallo en una LSP en funcionamiento y se lleva a cabo la conmutación de protección, se ocupa un ancho de banda de servicios reservado correspondiente a la LSP en funcionamiento en un ancho de banda de protección compartido en un enlace de una LSP de protección correspondiente a la LSP en funcionamiento. Por consiguiente, en la primera realización, la presente invención ofrece una solución técnica para proteger contra futuros fallos incrementando de forma dinámica el ancho de banda de protección compartido de la LSP de protección.

Se asume que ocurre un fallo en el enlace R7-R8 en la red de la Fig. 2, tal y como se representa en la Fig. 3. De acuerdo con la solución de la primera realización, en la Fig. 4 se muestra un proceso de conmutación de protección después de que ocurre el fallo, el cual incluye las siguientes etapas.

En la etapa 401, en el plano de datos, después de que el/los nodo(s) R7 y/o R9 detectan que ocurre un fallo en una LSP2-W mediante un mecanismo de OAM, los nodos R7 y R9 conmutan los servicios en LSP2-W a LSP2-P mediante un protocolo de conmutación automática de la protección (APS, por su sigla en inglés), con el fin de asegurar el funcionamiento normal de los servicios.

En la etapa 402, el nodo R7 informa un estado de fallo y un estado de conmutación de protección a un plano de control del nodo (por ejemplo, una máquina de estado de protocolo de control en el nodo R7), el plano de control genera un mensaje de señalización para notificar a cada nodo (nodos R7, R4, R5, R6, y R9) en la ruta de protección LSP2-P que "LSP2-W se conmuta a LSP2-P, y que se ocupan 2 M de anchos de banda de protección compartidos de LSP2-P". El mensaje de señalización puede ser un mensaje de RUTA, y el mensaje de RUTA se toma como ejemplo para ilustrar más adelante. Para conseguir este objetivo, el mensaje de señalización transferido en la ruta de protección LSP2-P necesita llevar información de enrutado y de ancho de banda sobre LSP2-W, lo cual se consigue extendiendo el mensaje de RUTA para llevar nuevos objetos. En esta realización, un Objeto_Consumo que incluye dos sub-objetos, a saber, un sub-objeto de ancho de banda y un sub-objeto LSP_ERO, se extiende en el mensaje de RUTA. El sub-objeto de ancho de banda indica una cantidad de ancho de banda ocupado por la ruta en funcionamiento protegida LSP2-W (2 M en la presente memoria). El sub-objeto LSP_ERO indica información de enrutado explícita sobre la ruta en funcionamiento protegida LSP2-W. En este ejemplo, una ruta explícita de LSP2-W es {R7, R8, R9}.

En la etapa 403, después de recibir el mensaje de RUTA, el nodo en la ruta de protección LSP2-P modifica una tabla de influencia de fallos mantenida por el nodo según información que lleva el Objeto_Consumo. La modificación se implementa de la siguiente forma. Una cantidad de ancho de banda que lleva el sub-objeto de ancho de banda se sustrae de los anchos de banda de servicios reservados y de los anchos de banda de protección compartidos de entradas correspondientes a enlaces y nodos relacionados en el sub-objeto LSP_ERO que lleva Objeto_Consumo respectivamente para obtener un ancho de banda de servicios reservado actual y un ancho de banda de protección compartido actual de una entrada correspondiente, y se recalcula un ancho de banda reservado máximo necesario según el ancho de banda de servicios reservado actual. La Tabla 3 muestra un estado modificado de la tabla de influencia de fallos por el nodo R5. Otros nodos en LSP2-P también realizan modificaciones similares a R5 en tablas de influencia de fallos respectivas.

Tabla 3

Enlace	R1- R2	R7- R8	R8- R9	R9- R6	R8	R9	Ancho de banda reservado máximo	Ancho de banda de protección compartido
R2-R5	1						1	1
R4-R5	1	2→0	2→0		2→0		2→1	2→0
R8-R5			1	1		1	1	1
R6-R5		2→0	3→1	1	2→0	1	3→1	3→1

En la etapa 404, el nodo R5 determina que el ancho de banda de protección compartido actual en el enlace R4-R5 es 1 M inferior que el ancho de banda reservado máximo actualmente requerido según la tabla de influencia de fallos modificada, y el ancho de banda de protección compartido del enlace R4-R5 se ajusta para que sea igual que el ancho de banda reservado máximo necesario. Es decir, el ancho de banda de protección compartido se incrementa en 1 M para satisfacer una demanda de protección. El ajuste de la tabla de influencia de fallos por el nodo R5 se muestra en la Tabla 4. Otros nodos en la ruta de protección LSP2-P también realizan un ajuste similar.

Tabla 4

Enlace	R1- R2	R7- R8	R8- R9	R9- R6	R8	R9	Ancho de banda reservado máximo	Ancho de banda de protección compartido
R2-R5	1						1	1
R4-R5	1	0	0		0		1	0→1
R8-R5			1	1		1	1	1
R6-R5		0	1	1	0	1	1	1

En la etapa 405, puesto que el tráfico conmutado a la LSP de protección carece de protección, se podría establecer una nueva LSP como, por ejemplo, LSP2-P' para proteger la LSP2-P utilizando también una estrategia de protección por malla compartida. Tal y como se muestra en la Figura 5, se establece una ruta LSP2-P' para proteger la LSP2-P y se vuelve a configurar una relación de protección correspondiente a través de un plano de control. La etapa 405 es opcional.

A través del proceso en la Fig. 4, se realiza la conmutación de protección contra el fallo del R7-R8. Asimismo, se ajusta el ancho de banda de protección compartido en la tabla de influencia de fallos mantenida en el nodo. Si posteriormente ocurriera un fallo en un enlace, el nodo puede todavía realizar la conmutación de protección satisfactoriamente.

Realización 2

Después de que se recupera una LSP en funcionamiento de un estado de fallo a un estado normal, es preciso conmutar los servicios de una LSP de protección a la LSP en funcionamiento. Una parte de un ancho de banda de servicios reservado ocupada en un enlace correspondiente a la LSP de protección se recupera nuevamente a una parte de un ancho de banda de protección compartido. En la segunda realización, la presente invención ofrece una solución técnica para proteger contra futuros fallos incrementando de forma dinámica el ancho de banda de protección compartido de la LSP de protección.

De forma específica, después de la conmutación de protección, si se recupera el fallo en R7-R8 en la Fig. 2, se lleva a cabo el proceso en la Fig. 6, el cual incluye las siguientes etapas.

En la etapa 601, en el plano de datos, después de que el/los nodo(s) R7 y/o R9 detectan que se recupera un fallo que ocurre en LSP2-W a través de un mecanismo de OAM, los nodos R7 y R9 utilizan un protocolo APS para conmutar servicios de LSP2-P a LSP2-W. Después de que se concluye la conmutación, se entregan informes al plano de control.

En la etapa 602, el plano de control inicia un nuevo mensaje de señalización en la ruta de protección LSP2-P desde R7 (un mensaje de RUTA todavía se toma como ejemplo en la presente memoria), con el fin de notificar a cada nodo (nodos R7, R4, R5, R6, y R9) en la ruta de protección LSP2-P que "los servicios se conmutan de LSP2-P a LSP2-W, y se liberan 2 M de ancho de banda para servir como parte del ancho de banda de protección compartido".

Para conseguir este objetivo, el mensaje de señalización transferido en la ruta de protección LSP2-P necesita llevar información de enrutado y de ancho de banda sobre LSP2-W, lo cual se consigue extendiendo el mensaje de RUTA para llevar nuevos objetos. En esta realización, Objeto_Reanudación que incluye dos sub-objetos, a saber, un sub-objeto de ancho de banda y un sub-objeto LSP_ERO, se extiende en el mensaje de RUTA. El sub-objeto de ancho de banda indica una cantidad de ancho de banda ocupado (2 M en la presente memoria). El sub-objeto LSP_ERO indica información de enrutado explícita sobre la LSP protegida. En este ejemplo, una ruta explícita de LSP2-W es {R7, R8, R9}.

En la etapa 603, después de recibir el mensaje de RUTA, el nodo modifica una tabla de influencia de fallos mantenida por el nodo según información que lleva Objeto_Reanudación. La modificación se implementa de la siguiente forma. Una cantidad de ancho de banda que lleva el sub-objeto de ancho de banda se añade a los anchos de banda de servicios reservados y a los anchos de banda de protección compartidos de entradas correspondientes a enlaces y nodos relacionados en el sub-objeto LSP_ERO que lleva Objeto_Reanudación respectivamente para obtener un ancho de banda de servicios reservado actual y un ancho de banda de protección compartido actual de una entrada correspondiente, y se recalcula un ancho de banda reservado máximo necesario según el ancho de banda de servicios reservado modificado. La Tabla 5 muestra un estado modificado de la tabla de influencia de fallos por el nodo R5.

Tabla 5

Enlace	R1-R2	R7-R8	R8-R9	R9-R6	R8	R9	Ancho de banda reservado máximo	Ancho de banda de protección compartido
R2-R5	1						1	1
R4-R5	1	0→2	0→2		0→2		1→2	1→3
R8-R5			1	1		1	1	1
R6-R5		0→2	1→3	1	0→2	1	1→3	1→3

En la etapa 604, el nodo R5 determina que el ancho de banda de protección compartido actual en el enlace R4-R5 es 1 M mayor que el ancho de banda reservado máximo actualmente requerido según la tabla de influencia de fallos modificada, y el ancho de banda de protección compartido del enlace R4-R5 se ajusta para que se reduzca en 1 M. La Tabla 6 muestra un estado ajustado de la tabla de influencia de fallos por el nodo R5.

Tabla 6

xEnlace	R1-R2	R7-R8	R8-R9	R9-R6	R8	R9	Ancho de banda reservado máximo	Ancho de banda de protección compartido
R2-R5	1						1	1
R4-R5	1	2	2		2		2	3→2
R8-R5			1	1		1	1	1
R6-R5		2	3	1	2	1	3	3

Si se establece de antemano una ruta LSP2-P' para proteger LSP2-P, el método además incluye la siguiente etapa.

En la etapa 605, se elimina LSP2-P'.

Ejemplo

En el ejemplo, una ruta de protección actual sirve como una transición intermedia. Cuando ocurre un fallo, los servicios primero se conmutan a la ruta de protección actual y se establece una nueva ruta en funcionamiento. A continuación, los servicios se conmutan a la nueva ruta en funcionamiento, y la ruta de protección previa se adapta para proteger la nueva ruta en funcionamiento.

- 5 Todavía se asume que ocurre un fallo en el enlace R7-R8 en la red que se muestra en la Fig. 2, y el proceso de conmutación de protección del ejemplo se implementa tal y como se muestra en la Fig. 7, la cual incluye las siguientes etapas.

En la etapa 701, en el plano de datos, después de que el/los nodo(s) R7 y/o R9 detectan que ocurre un fallo en una LSP2-W mediante un mecanismo de OAM, los nodos R7 y R9 en LSP2-W utilizan un protocolo APS para conmutar servicios en LSP2-W a LSP2-P, con el fin de asegurar el funcionamiento normal de los servicios.

En la etapa 702, después de que concluye la conmutación, el/los nodo(s) R7 y/o R9 informa/informan a un plano de control. El plano de control se activa para establecer una LSP2-W', por ejemplo, R7-R10-R11-R9 con un ancho de banda exclusivo tal y como se muestra en la Fig. 8. Con referencia a la Figura 8, una flecha gruesa indica una ruta de servicio. El mensaje de RUTA de un RSVP-TE se utiliza para establecer una ruta. El cálculo de ruta se consigue con un elemento de cálculo de ruta (PCE, por su sigla en inglés).

En la etapa 703, los servicios se conmutan de LSP2-P a LSP2-W'. Tal y como se muestra en la Fig. 9, se establece una relación de protección en la cual LSP2-P protege a LSP2-W'.

Antes de la conmutación, la relación de protección puede configurarse de forma tal que LSP2-W' proteja a LSP2-P. Durante la conmutación, se puede adoptar una conmutación forzada en el protocolo APS para conseguir conmutación de servicios sin pérdidas. Después de que concluye la conmutación, la relación de protección se configura de forma tal que LSP2-P proteja a LSP2-W'. Si ocurre un nuevo fallo en LSP2-W' antes de que se recupere el fallo del enlace R7-R8 y después de la conmutación, es posible llevar a cabo un proceso similar al proceso anterior para conseguir la conmutación de protección.

Si el fallo del enlace R7-R8 se recupera después de la conmutación de protección, se lleva a cabo el proceso que se muestra en la Fig. 10, el cual incluye las siguientes etapas.

En la etapa 1001, en un plano de datos, después de detectar que un fallo que ocurre en una LSP2-W se recupera mediante un mecanismo de OAM, el/los nodo(s) R7 y/o R9 en LSP2-W informa/informan el estado de recuperación del fallo a un plano de control.

En la etapa 1002, el plano de control conmuta servicios de una LSP2-W' a la LSP2-W, tal y como se muestra en la Fig. 11, y establece una relación de protección en la cual LSP2-P protege a LSP2-W.

De manera específica, la etapa descrita arriba más arriba puede implementarse de la siguiente forma. Primero se adopta una señalización RSVP-TE para cambiar la relación de protección a la relación en la cual LSP2-W protege a LSP2-W'. A continuación se activa un comando de conmutación forzado de un APS y los servicios se conmutan de LSP2-W' a LSP2-W. Al plano de control se le notifica que la conmutación ha concluido. El plano de control activa la señalización RSVP-TE para cambiar la relación de protección a la relación en la cual LSP2-P protege a LSP2-W.

En la etapa 1003, se notifica a un plano de control. El plano de control elimina LSP2-W'. La eliminación puede conseguirse mediante una señalización PathTear (DeshacerRuta) RESV-TE.

Según el método de la primera realización, si se determina que el resto de ancho de banda de un enlace en la LSP de protección no es suficiente para satisfacer la demanda del ancho de banda de protección compartido después de que los nodos en la LSP de protección reciben la información de enrutado y de ancho de banda sobre la LSP en funcionamiento, se genera un mensaje de error, que puede ser un mensaje de error de recursos RSVP-TE (ResvErr) o de error de ruta (PathErr), y el mensaje se envía a un nodo que inicia la señalización. El mensaje de error lleva información de notificación de que "el ancho de banda requerido no puede añadirse al nodo". Después de que el nodo recibe el mensaje de error, se utiliza el proceso de conmutación de protección descrito en el ejemplo.

45 Realización 4

En la cuarta realización, la presente invención ofrece un dispositivo de red para conseguir protección por malla compartida, que incluye un módulo de conmutación de servicios, un módulo de recepción de señalización, un módulo de información de influencia de fallos, y un módulo de mantenimiento.

El módulo de conmutación de servicios se adapta para determinar que ocurre un cambio de estado en una LSP en funcionamiento y conmutar servicios de la LSP en funcionamiento a una LSP de protección, o conmutar servicios de la LSP de protección a la LSP en funcionamiento. De manera específica, el módulo de conmutación de servicios se adapta para conmutar servicios de la LSP en funcionamiento a la LSP de protección cuando ocurre un fallo en la LSP en funcionamiento, y conmutar los servicios de la LSP de protección a la LSP en funcionamiento cuando se recupera la LSP en funcionamiento.

El módulo de recepción de señalización se adapta para recibir un mensaje de señalización que lleva información de enrutado y de ancho de banda sobre la LSP en funcionamiento.

5 El módulo de información de influencia de fallos se adapta para guardar una tabla de influencia de fallos de información de reserva de ancho de banda de protección relacionada con el dispositivo de red. La tabla de influencia de fallos incluye anchos de banda de servicios que cada enlace conectado a la red reserva para otros enlaces así como un ancho de banda reservado máximo y un ancho de banda de protección compartido actual de cada enlace conectado al nodo.

10 El módulo de mantenimiento se adapta para modificar un ancho de banda de servicios reservado y un ancho de banda reservado máximo de un enlace de una entrada correspondiente a la tabla de influencia de fallos mantenida en el módulo de información de influencia de fallos según la información de enrutado y de ancho de banda en el mensaje de señalización recibido por el módulo de recepción de señalización, y ajustar el ancho de banda de protección compartido del enlace según el ancho de banda reservado máximo modificado.

15 En algunos casos, el resto de ancho de banda de un enlace puede no satisfacer la demanda del ancho de banda de protección compartido ajustado, y el módulo de mantenimiento no consigue funcionar normalmente. Para detectar dicha situación a tiempo, el dispositivo de red además incluye un módulo de alarma.

El módulo de alarma se adapta para enviar un mensaje de error cuando el módulo de mantenimiento descubre que el resto de ancho de banda del enlace es incapaz de satisfacer la demanda del ancho de banda de protección compartido.

20 Cuando ocurre la situación antes mencionada, el ajuste después de la conmutación de protección no puede realizarse modificando el ancho de banda de protección compartido, y se establece una nueva LSP en funcionamiento para habilitar una red de anillo después de la conmutación de protección para conseguir conmutación de protección para fallos futuros. El dispositivo de red además incluye un módulo de establecimiento de LSP.

25 El módulo de establecimiento de LSP se adapta para establecer una nueva LSP en funcionamiento, cuando los servicios se conmutan de la LSP en funcionamiento a la LSP de protección y el módulo de recepción de señalización recibe el mensaje de error del dispositivo de red en la LSP de protección.

El módulo de conmutación de servicios también se adapta para conmutar los servicios de la LSP de protección a la nueva LSP en funcionamiento.

30 El módulo de conmutación de servicios además se adapta para conmutar los servicios de la nueva LSP en funcionamiento a la LSP en funcionamiento original cuando se recupera el fallo de la LSP en funcionamiento.

Opcionalmente, el dispositivo de red puede además incluir un módulo de eliminación de LSP.

El módulo de eliminación de LSP se adapta para eliminar la nueva LSP en funcionamiento cuando los servicios se conmutan de la nueva LSP en funcionamiento a la LSP en funcionamiento original.

35 El módulo de establecimiento de LSP además se adapta para establecer una LSP para proteger la LSP de protección cuando los servicios se conmutan de la LSP en funcionamiento a la LSP de protección.

El módulo de eliminación de LSP además se adapta para eliminar la LSP para proteger la LSP de protección establecida por el módulo de establecimiento de LSP cuando los servicios se conmutan de la LSP de protección a la LSP en funcionamiento.

Ejemplo

40 En el ejemplo, se ofrece otro dispositivo de red para conseguir protección por malla compartida, que incluye un módulo de conmutación de servicios y un módulo de establecimiento de LSP.

El módulo de conmutación de servicios se adapta para conmutar servicios de una LSP en funcionamiento a una LSP de protección cuando ocurre un fallo en la LSP en funcionamiento.

45 El módulo de establecimiento de LSP se adapta para establecer una nueva LSP en funcionamiento cuando los servicios se conmutan de la LSP en funcionamiento a la LSP de protección.

El módulo de conmutación de servicios también se adapta para conmutar los servicios de la LSP de protección a la nueva LSP en funcionamiento.

El módulo de conmutación de servicios además se adapta para conmutar los servicios de la nueva LSP en funcionamiento a la LSP en funcionamiento original cuando se recupera el fallo de la LSP en funcionamiento.

50 Opcionalmente, el dispositivo de red puede además incluir un módulo de eliminación de LSP.

El módulo de eliminación de LSP se adapta para eliminar la nueva LSP en funcionamiento cuando los servicios se conmutan de la nueva LSP en funcionamiento a la LSP en funcionamiento original.

5 Los contenidos como la interacción de información entre cada módulo y las implementaciones de los mismos dentro del dispositivo de red se basan en la misma noción que el método de las realizaciones de la presente invención, de manera que los contenidos específicos son similares a los descritos en las realizaciones de método antes mencionadas de la presente invención, y los detalles no se repiten en la presente memoria.

10 Según las realizaciones de la presente invención, ajustando el ancho de banda de protección compartido después de la conmutación de protección o utilizando la LSP de protección como transición para establecer una nueva LSP para conmutación de protección, se consiguen gestión y mantenimiento dinámicos del ancho de banda de protección compartido de la LSP de protección, de forma tal que la malla compartida pueda todavía ser protegida de manera flexible contra un fallo en cualquier posición después de que ocurra al menos un fallo en la red con protección por malla compartida. Por lo tanto, la solución es simple y sencilla de implementar y permite incrementar de manera eficaz la tasa de utilización de recursos de ancho de banda y la supervivencia de los servicios.

15 Mediante la descripción anterior de las realizaciones, es aparente para expertos en la técnica que la presente invención puede conseguirse mediante hardware, y definitivamente también puede conseguirse mediante software en una plataforma de hardware universal necesaria. En consecuencia, las soluciones técnicas de la presente invención pueden estar comprendidas en forma de producto de software. El producto de software puede almacenarse en un medio de almacenamiento no volátil (por ejemplo, CD-ROM, unidad flash USB, o un disco duro extraíble) y contener diversas instrucciones adaptadas para instruir a un equipo informático (por ejemplo, un ordenador personal, un servidor, o un equipo en red) para realizar el método tal y como se describe en las realizaciones de la presente invención.

20 Asimismo, las descripciones anteriores son meramente realizaciones específicas de la presente invención, pero no están concebidas para limitar el alcance de protección de la presente invención. Cualquier modificación, equivalencia, sustitución y mejora realizada sin alejarse del alcance de la presente invención quedará comprendida dentro del alcance de protección de la presente invención.

25

REIVINDICACIONES

1. Un método para conseguir protección por malla compartida, que comprende:

detectar (401), mediante un primer nodo, que ocurre un fallo en una ruta conmutada por etiquetas en funcionamiento, LSP;

5 conmutar (401), mediante el primer nodo, servicios en la LSP en funcionamiento a una LSP de protección; en donde el primer nodo es un nodo de punto de conexión de tanto la LSP en funcionamiento como de la LSP de protección;

informar (402), mediante el primer nodo, un estado de fallo y un estado de conmutación de protección a un plano de control del primer nodo;

10 generar (402), mediante el plano de control, un mensaje de señalización que lleva información de enrutado e información de ancho de banda sobre la LSP en funcionamiento para notificar a cada segundo nodo, siendo cada segundo nodo un nodo de la LSP de protección; en donde el mensaje de señalización es un mensaje de RUTA extendida, y el mensaje de RUTA lleva información sobre un ancho de banda ocupado antes del fallo de la LSP en funcionamiento e información de enrutado explícita sobre la LSP en funcionamiento;

15 mantener, mediante cada segundo nodo de la LSP de protección, una tabla de influencia de fallos para calcular información de reserva de ancho de banda de protección; en donde la tabla de influencia de fallos comprende para cada primer enlace, siendo el primer enlace un enlace conectado a cada segundo nodo:

uno o más anchos de banda de servicios reservados, en donde el número del ancho de banda de servicios reservado por cada primer enlace corresponde al número de segundos enlaces y terceros nodos, no siendo los terceros nodos, nodos de extremo de dichas LSP en funcionamiento, siendo los segundos enlaces y terceros nodos partes de LSP en funcionamiento que utilizan cada primer enlace como enlace para su LSP de protección,

20 siendo un ancho de banda de servicios reservado máximo el máximo de todos los anchos de banda de servicios reservados de los anchos de banda de servicios reservados para cada primer enlace, y

siendo un ancho de banda de protección compartido un ancho de banda actual en realidad inactivo en el primer enlace;

25 asignar (403), en la tabla de influencia de fallos, mediante cada segundo nodo de la LSP de protección, siendo los segundos enlaces y terceros nodos de la LSP en funcionamiento llevados en la información de enrutado explícita del mensaje de RUTA a anchos de banda de servicios reservados y anchos de banda de protección compartidos de enlaces de entradas en la tabla de influencias de fallos, de forma que el ancho de banda ocupado por la LSP en funcionamiento que lleva el mensaje de RUTA se sustrae respectivamente del ancho de banda de servicios reservado y del ancho de banda de protección compartido del primer enlace para obtener un ancho de banda de servicios reservado actual y un ancho de banda de protección compartido actual del primer enlace;

30 recalcular (403), en la tabla de influencia de fallos, un ancho de banda reservado máximo necesario del primer enlace según el ancho de banda de servicios reservado actual del primer enlace; y

ajustar (404), mediante cada segundo nodo de la LSP de protección, el ancho de banda de protección compartido actual del primer enlace para incrementar un ancho de banda de protección compartido ajustado del primer enlace a un valor no inferior al ancho de banda reservado máximo necesario del primer enlace en el caso de que pueda incrementarse el ancho de banda de protección compartido ajustado.

35
2. El método según la reivindicación 1, en donde después de notificar la información de enrutado y de ancho de banda sobre la LSP en funcionamiento a cada segundo nodo, el método además comprende:

40 enviar un mensaje de error para indicar que un ancho de banda requerido no se puede incrementar a un nodo de punto de conexión de la LSP de protección, si un segundo nodo que recibe la información de enrutado y de ancho de banda sobre la LSP en funcionamiento determina que un resto de ancho de banda del primer enlace en la LSP de protección no es suficiente para satisfacer la demanda del ancho de banda de protección compartido;

45 recibir e informar, mediante el nodo de punto de conexión de la LSP de protección, el mensaje de error al plano de control, y activar el plano de control para establecer una nueva LSP en funcionamiento conectada al nodo de punto de conexión; y

conmutar servicios en la LSP de protección a la nueva LSP en funcionamiento, y establecer una relación de protección en la cual la LSP de protección proteja a la nueva LSP en funcionamiento.
3. El método según la reivindicación 1, en donde después de que cada segundo nodo de la LSP de protección incrementa el ancho de banda de protección compartido ajustado del primer enlace según la información de enrutado y de ancho de banda recibida, el método además comprende:

50

establecer (405) una LSP para proteger la LSP de protección utilizando una estrategia para conseguir protección por malla compartida.

4. Un método para conseguir protección por malla compartida, que comprende:

- 5 detectar (601), mediante un primer nodo, que un fallo de una ruta conmutada por etiquetas, LSP, en funcionamiento se recupera después de que ocurre el fallo en la LSP en funcionamiento y de que los servicios en la LSP en funcionamiento se conmutan a una LSP de protección;
- conmutar (601), mediante el primer nodo, los servicios en la LSP de protección a la LSP en funcionamiento; en donde el primer nodo es un nodo de punto de conexión de tanto la LSP en funcionamiento como de la LSP de protección;
- 10 notificar (602), mediante un plano de control del primer nodo, un mensaje de señalización que lleva información de enrutado e información de ancho de banda sobre la LSP en funcionamiento a cada segundo nodo de la LSP de protección; en donde el mensaje de señalización es un mensaje de RUTA extendida, y el mensaje de RUTA lleva información sobre un ancho de banda ocupado antes del fallo por la LSP en funcionamiento e información de enrutado explícita sobre la LSP en funcionamiento;
- 15 mantener, mediante cada segundo nodo de la LSP de protección, una tabla de influencia de fallos para calcular información de reserva de ancho de banda de protección; en donde la tabla de influencia de fallos comprende para cada primer enlace, siendo el primer enlace un enlace conectado a cada segundo nodo:
uno o más anchos de banda de servicios reservados, en donde el número del ancho de banda de servicios reservado por cada primer enlace corresponde al número de segundos enlaces y terceros nodos, no siendo los
20 terceros nodos, nodos de extremo de dichas LSP en funcionamiento, siendo los segundos enlaces y terceros nodos partes de LSP en funcionamiento que utilizan cada primer enlace como enlace para su LSP de protección,
siendo un ancho de banda de servicios reservado máximo el máximo de todos los anchos de banda de servicios reservados de los anchos de banda de servicios reservados para cada primer enlace, y
siendo un ancho de banda de protección compartido un ancho de banda actual en realidad inactivo en el primer
25 enlace;
- asignar (603) en la tabla de influencia de fallos, mediante cada segundo nodo de la LSP en funcionamiento, siendo los segundos enlaces y terceros nodos de la LSP en funcionamiento llevados en la información de enrutado explícita del mensaje de RUTA a anchos de banda de servicios reservados y anchos de banda de protección compartidos de
30 enlaces de entradas en la tabla de influencias de fallos, de forma que el ancho de banda ocupado por la LSP en funcionamiento se añade respectivamente al ancho de banda de servicios reservado y el ancho de banda de protección compartido del primer enlace para obtener un ancho de banda de servicios reservado actual y un ancho de banda de protección compartido actual del primer enlace;
- recalcular (603) en la tabla de influencia de fallos un ancho de banda reservado máximo necesario del primer enlace según el ancho de banda de servicios reservado actual, y
35 ajustar (604), mediante el primer nodo, el ancho de banda de protección compartido actual del primer enlace para reducir un ancho de banda de protección compartido ajustado del primer enlace a un valor no inferior al ancho de banda reservado máximo necesario del primer enlace.

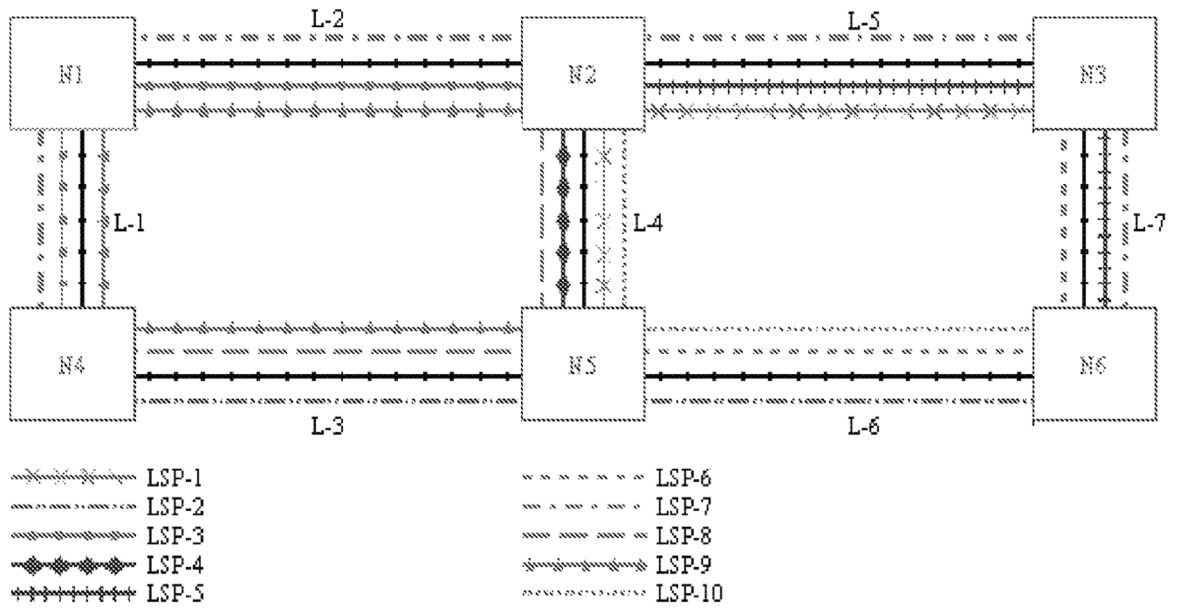


FIG. 1

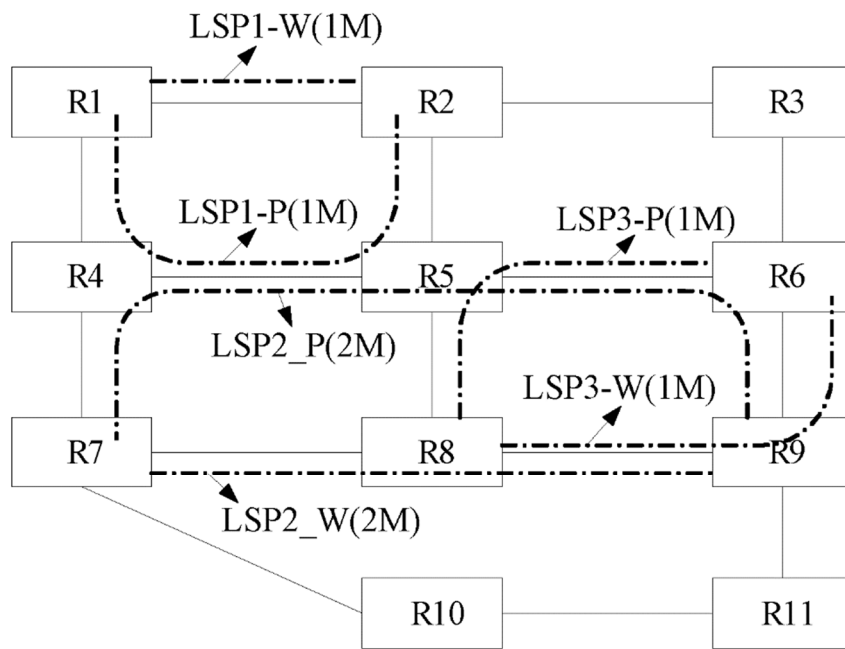


FIG. 2

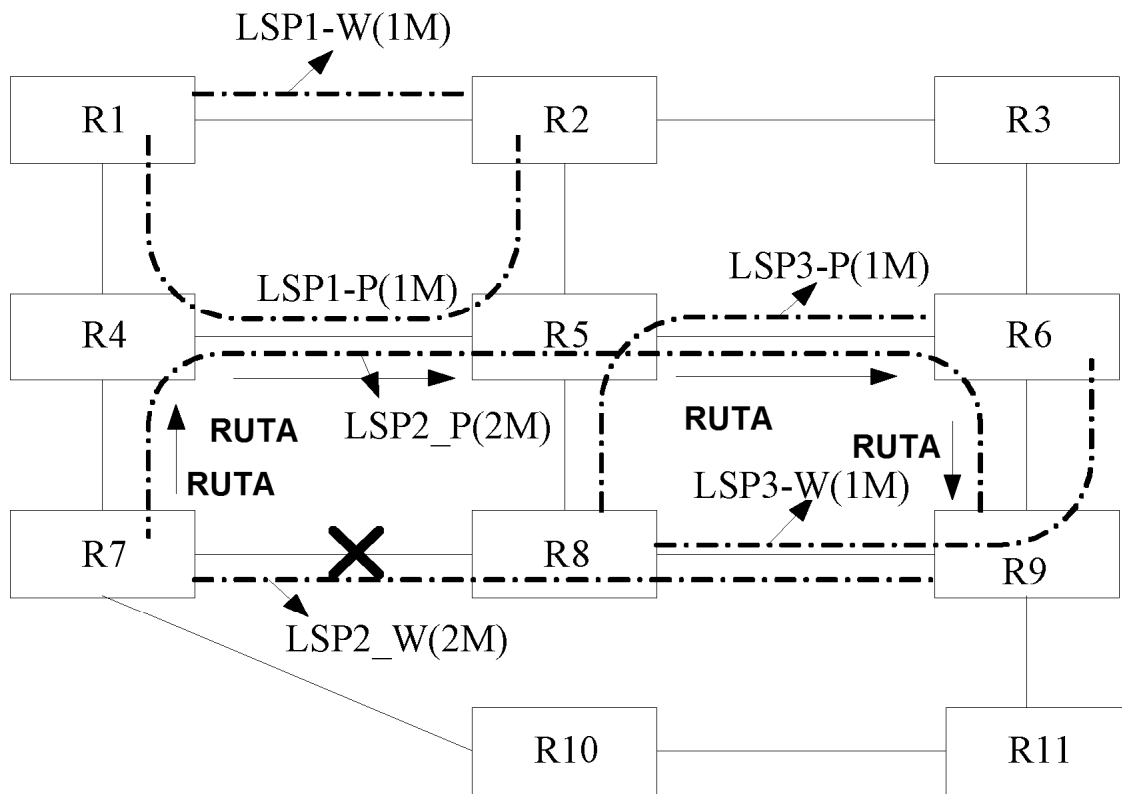


FIG. 3

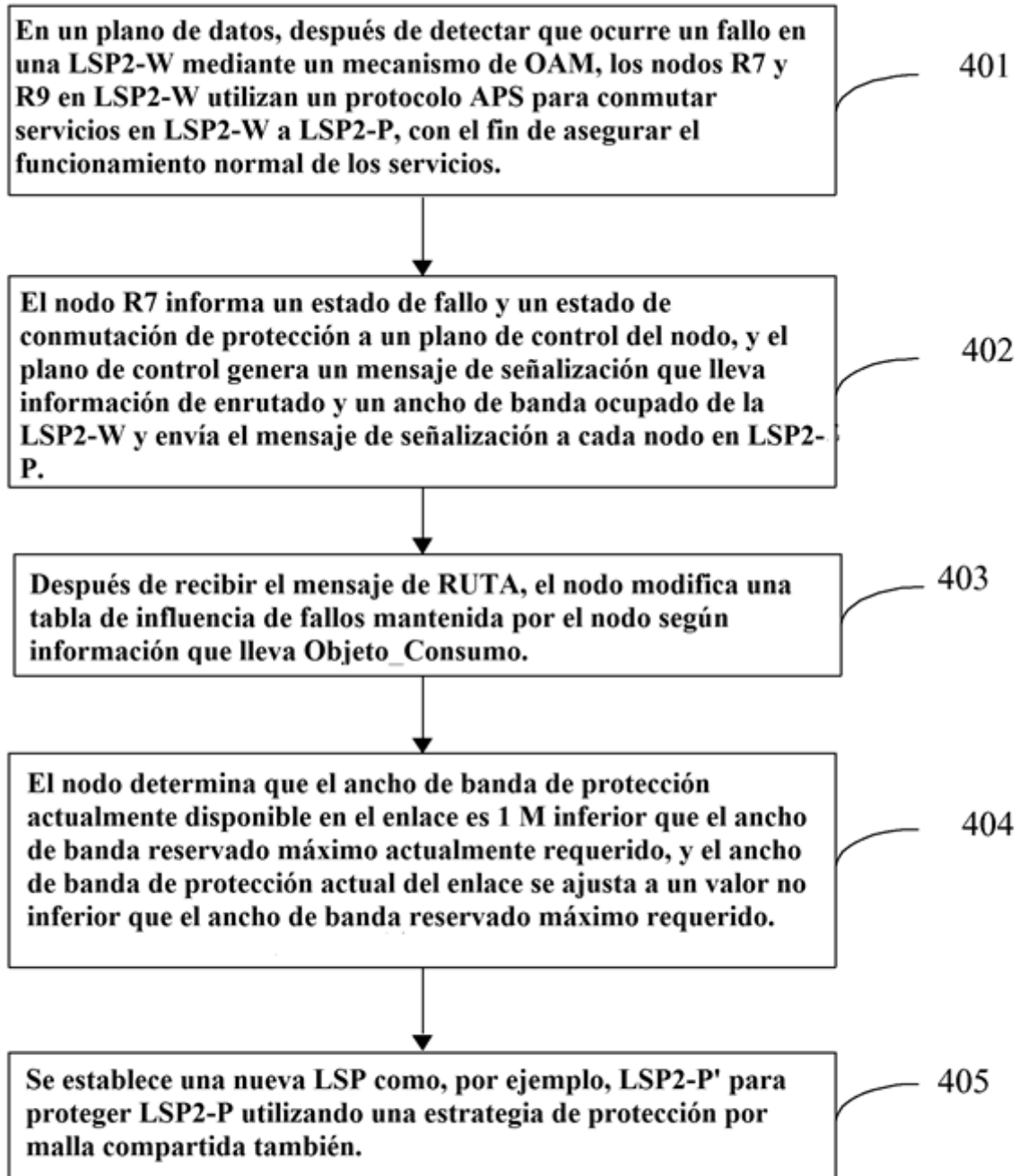


FIG. 4

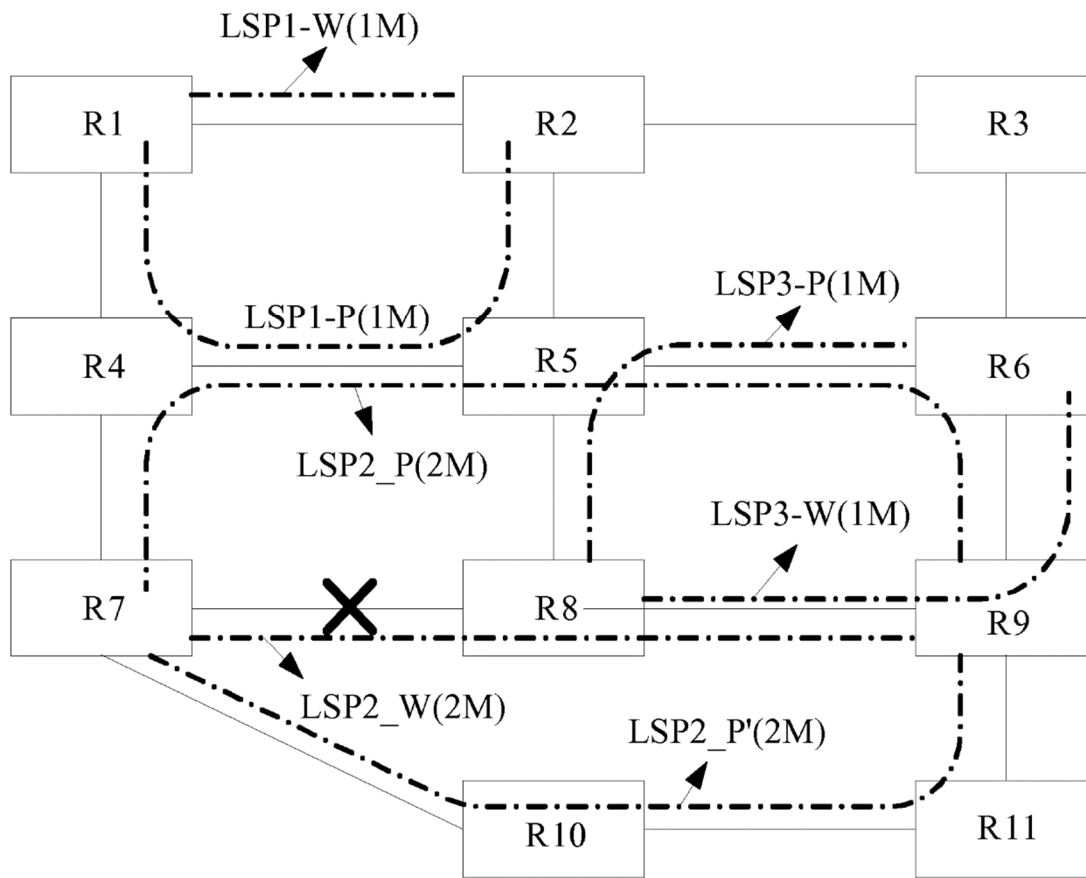


FIG. 5

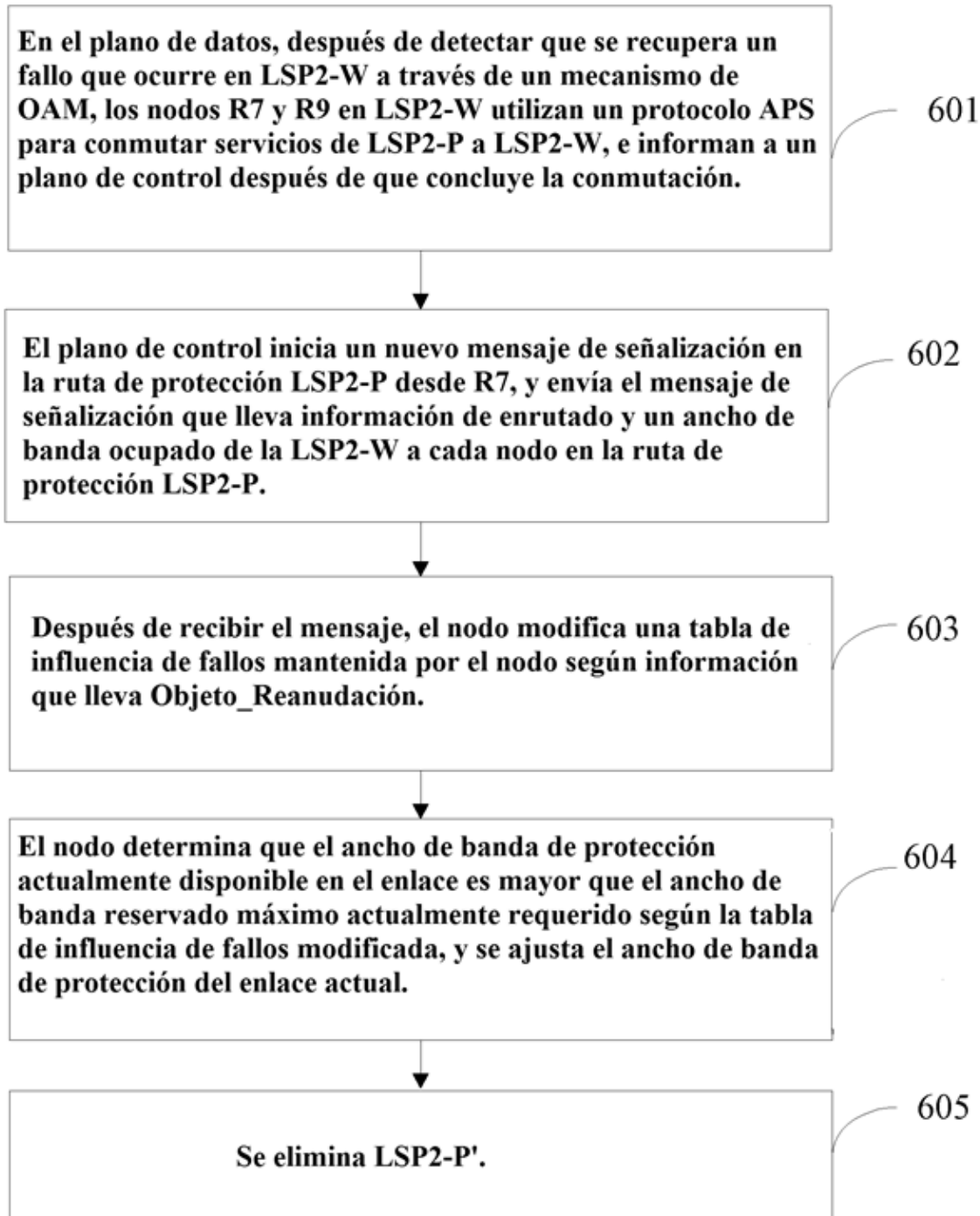


FIG. 6

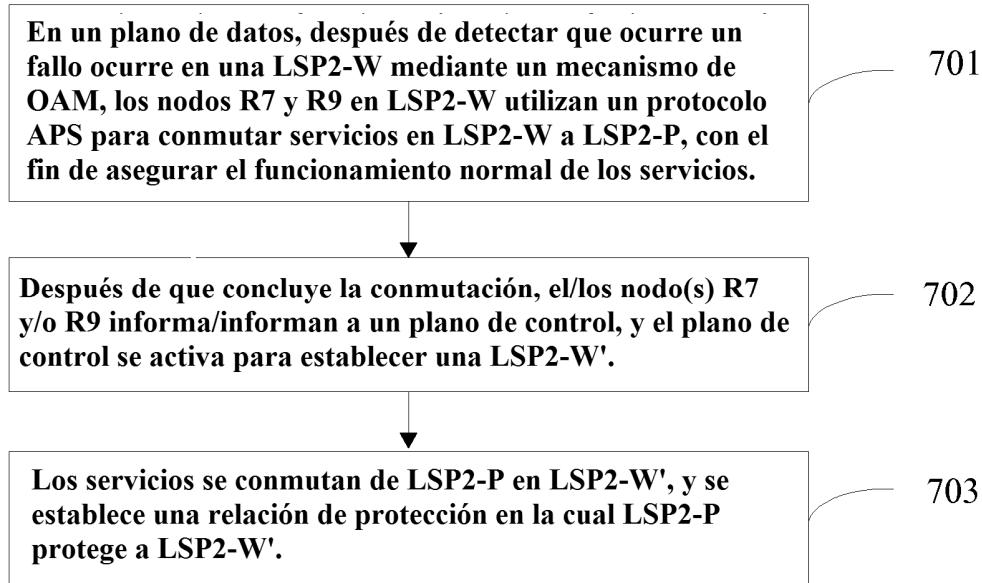


FIG. 7

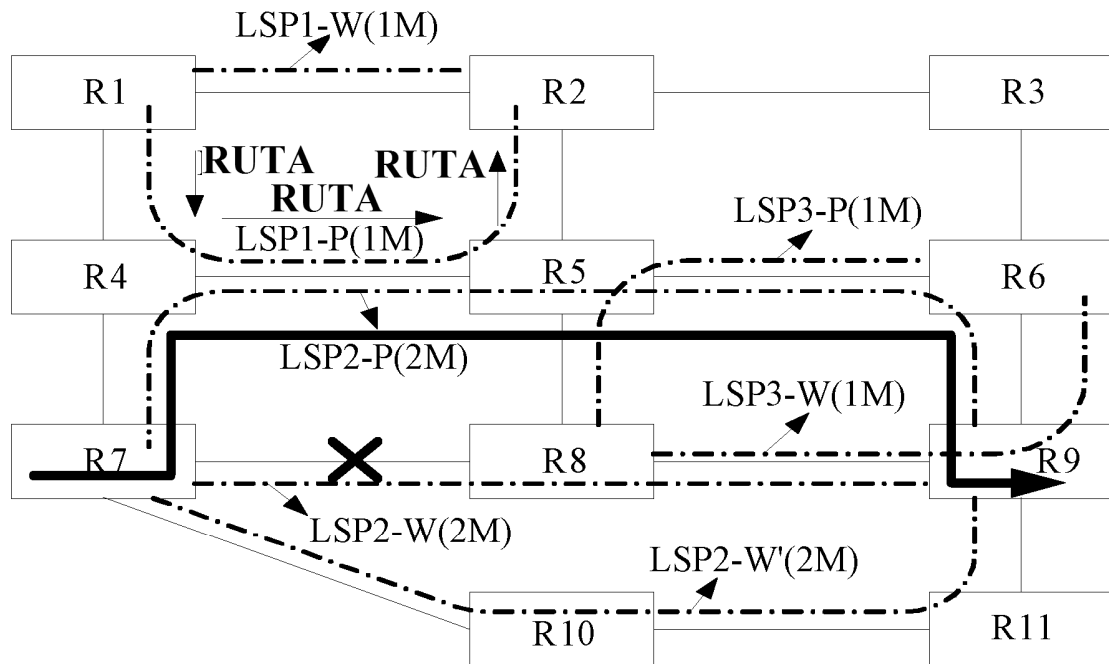


FIG. 8

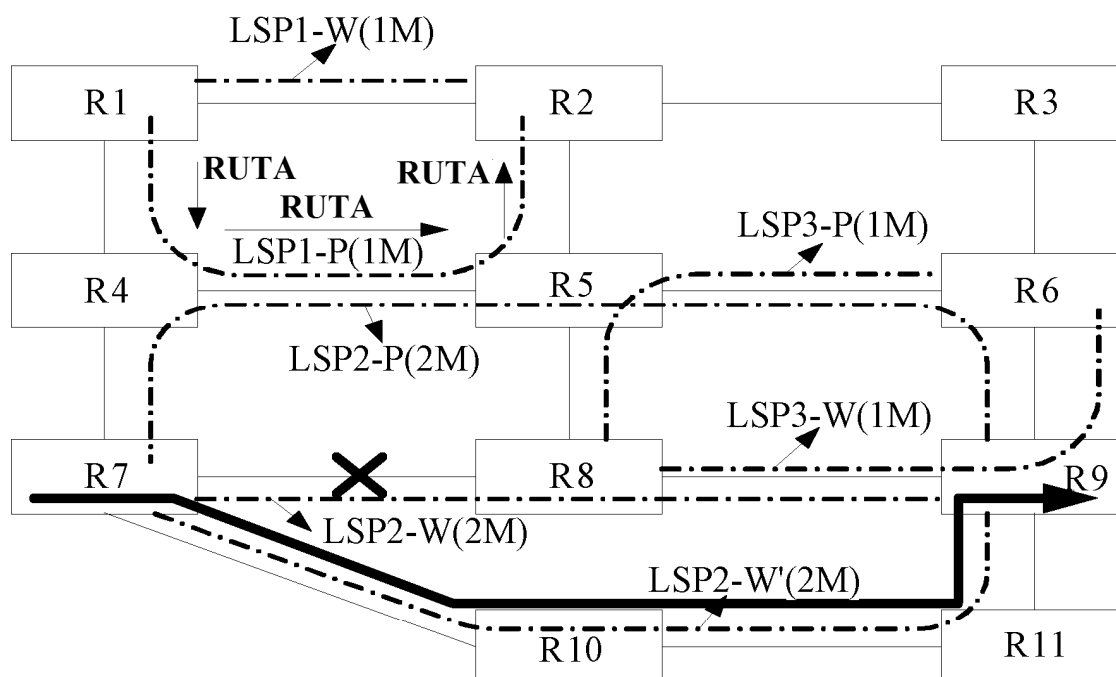


FIG. 9

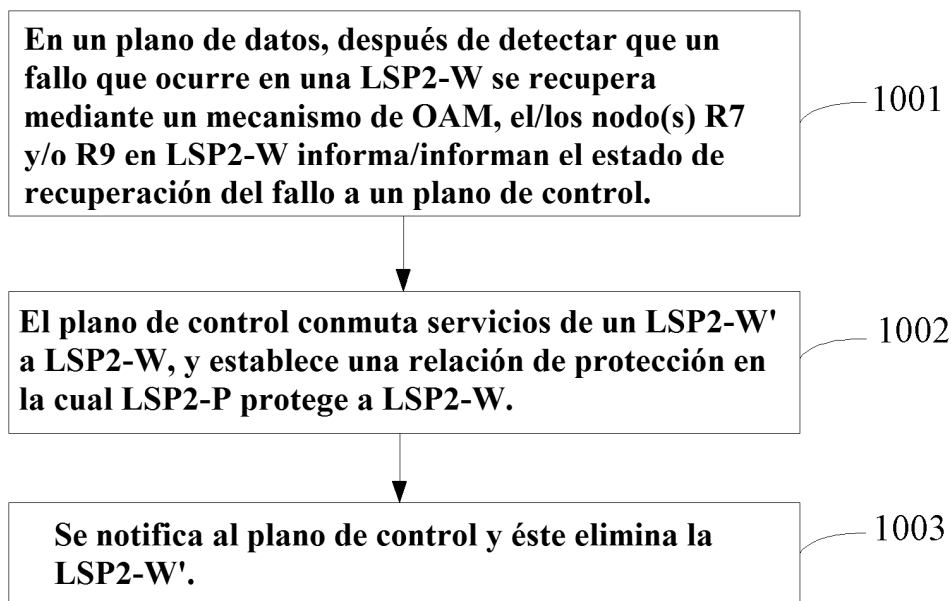


FIG. 10

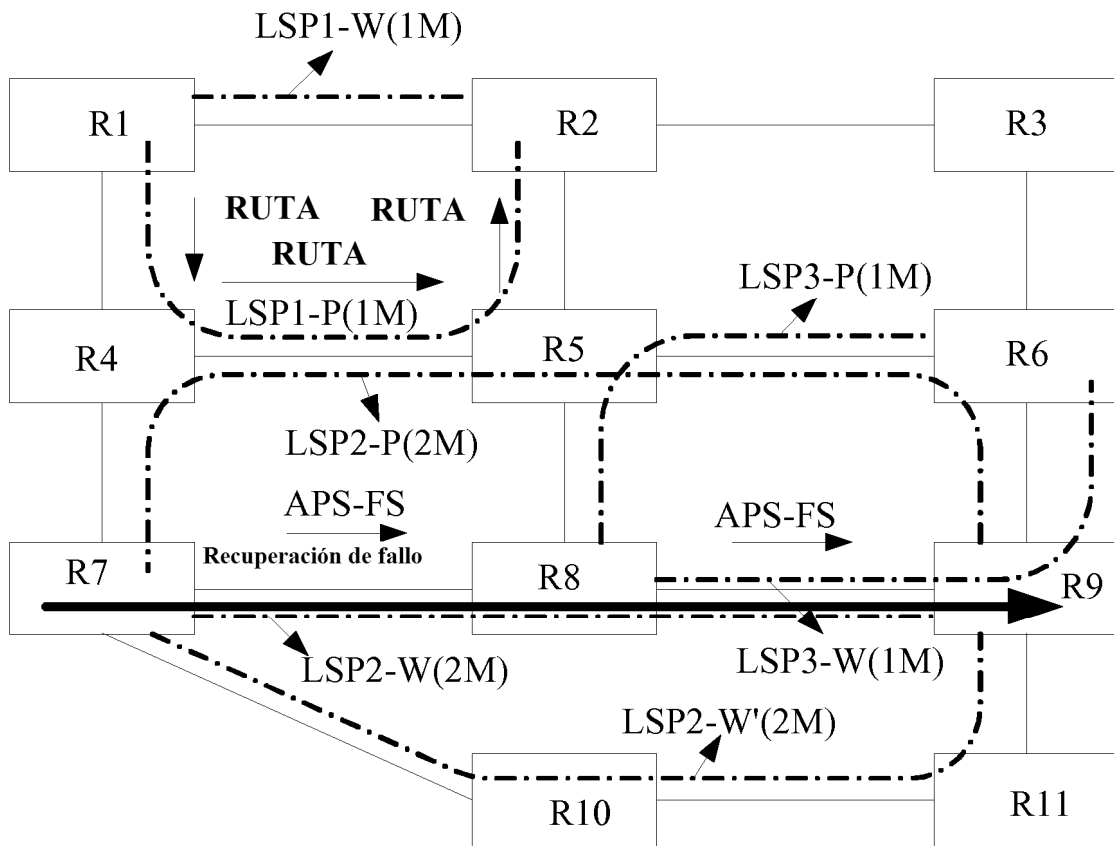


FIG. 11