

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 406 059**

51 Int. Cl.:

H04L 12/703 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.07.2006 E 06779866 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2013 EP 1905203**

54 Título: **Encaminador y método para la migración de procesos de protocolo**

30 Prioridad:

15.07.2005 US 182967

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

05.06.2013

73 Titular/es:

**TELEFONAKTIEBOLAGET L M ERICSSON
(PUBL) (100.0%)
164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:

**SIVAKUMAR, KAARTHIK;
BHOAVILLI, SURESH;
SHAH, SAMIR y
SHERWIN, CHRISTOPHER**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 406 059 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

Encaminador y método para la migración de procesos de protocolo.

5 ANTECEDENTES

La presente invención se refiere a sistemas de comunicaciones. Más particularmente, y sin ningún sentido limitativo, la presente invención va dirigida a un encaminador y a un método en una red basada en el Protocolo de Internet (IP) para la migración de procesos de protocolo desde un procesador de encaminamiento a otro procesador de encaminamiento usando un procedimiento de reinicio sutil (*graceful*).

10 En los encaminadores IP del estado de la técnica, se implementan diferentes procesadores para gestionar funciones de control y funciones de reenvío de paquetes. Cuando fallan los protocolos de encaminamiento y señalización que se ejecutan en el procesador de control, se interrumpe el reenvío de tráfico de carga útil aún cuando toda la información requerida para realizar dicho reenvío esté disponible para el procesador de reenvío de paquetes. Esta
15 interrupción se produce debido a que encaminadores vecinos detectan el fallo de los protocolos de encaminamiento y de señalización y asumen que ha fallado el encaminador completo. Consecuentemente, los encaminadores vecinos calculan trayectos alternativos que eludan el encaminador "que ha fallado". Durante este tiempo, denominado tiempo de convergencia de encaminamiento, existe la posibilidad de que se pierda tráfico.

20 Para hacer frente a este problema, el Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet (IETF) ha normalizado un conjunto de extensiones para los protocolos de encaminamiento y señalización con el fin de gestionar sutilmente el reinicio de un proceso de protocolo que ha fallado, en un encaminador vecino. Cuando se implementan estas extensiones y se debe reiniciar el software de control de un encaminador, los vecinos del encaminador continúan usándolo para reenviar tráfico. Los vecinos también ayudan al software del encaminador reiniciado a que vuelva a asimilar el
25 estado del cual se tenía conocimiento antes del fallo.

Se sabe también de operadores de redes IP que construyen, gestionan, y suministran redes privadas virtuales (VPNs) por encima de su infraestructura existente. Estas redes son usadas típicamente por empresas que necesitan
30 interconectividad entre sitios distribuidos geográficamente. El uso de una red privada resulta también atractivo ya que ofrece un nivel de protección contra intrusos. Los operadores de redes de telecomunicaciones usan también VPNs para proporcionar separación de tráfico entre varias clases de tráfico de telecomunicaciones. Esto es útil para proporcionar una calidad de servicio (QoS) y servicios de seguridad diferentes a estas clases de tráfico.

35 Con el crecimiento del tamaño y la velocidad de las redes de IP, los encaminadores o nodos de procesamiento de paquetes deben ser escalables. Si no, a medida que se incrementan las demandas de poder de procesamiento, o a medida que se configuran más VPNs de cliente, se deben desplegar cada vez más encaminadores con una complejidad operativa y un desembolso añadidos. Para gestionar las necesidades de flexibilidad y escalabilidad de las redes de IP y de telecomunicaciones, cada vez se están diseñando más encaminadores o nodos de procesamiento de paquetes usando un grupo de procesadores. Para hacer frente a las necesidades de la escalabilidad, un software
40 intermedio (*middleware*) conocido como software de gestión de grupos distribuye la carga de procesamiento sobre múltiples procesadores. El aumento de las demandas de procesamiento se afronta añadiendo más procesadores al grupo y con la migración de procesos a los procesadores nuevos. También se realiza una migración de cualquier estado requerido por el proceso hacia su ubicación nueva por medio del software de gestión de grupos. Aunque es efectivo, el uso de grupos de procesadores hace que aumente la complejidad y los costes de implementación de los
45 encaminadores.

Una alternativa que ofrece flexibilidad contra fallos de los nodos es mantener uno o más procesadores de control (conocidos habitualmente como Procesadores de Encaminamiento o RPs) en estado de espera activa para respaldar un RP principal. El estado del protocolo se duplica entre los RPs principal y de respaldo. Si el RP principal
50 falla, el RP de respaldo asume el mando y enmascara el fallo con respecto a los vecinos del encaminador. La complejidad de este planteamiento se encuentra en la sincronización de información de estado entre los RPs principal y de respaldo. Para protocolos como el Protocolo de Pasarela de Frontera (BGP) y el Protocolo de Distribución de Etiquetas (LDP), que se ejecutan sobre el Protocolo de Control de Transmisión (TCP), también debe duplicarse el estado de la sesión de TCP (tal como números de secuencia, parámetros de ventana de congestión, y similares).

De este modo, en la técnica se requiere una manera más eficaz de gestionar las necesidades de flexibilidad y la escalabilidad de redes IP y de telecomunicaciones, que supere las deficiencias de sistemas y métodos
60 convencionales. La presente invención proporciona un encaminador y un método de este tipo.

El documento US 2005/0135233 se refiere a capacidades de encaminamiento redundante para un grupo de nodos de red. Se pueden utilizar características de reinicio sutil (sin impacto) de un protocolo de encaminamiento/señalización, junto con la sincronización entre miembros de un grupo (dispositivos) con el fin de proporcionar capacidades de encaminamiento en un entorno con formación de grupos. Durante el funcionamiento normal, un miembro activo del grupo puede hacer funcionar el protocolo de encaminamiento. Al producirse el fallo
65 del componente de encaminamiento activo, un componente de encaminamiento en espera ubicado en un segundo

dispositivo de red en un grupo puede asumir el mando. En un entorno con formación de grupos, los múltiples dispositivos independientes funcionan en paralelo. La solución presentada requiere que todas las órdenes y datos de configuración se propaguen a todos los miembros del grupo y entonces los dispositivos vecinos pueden continuar reenviando paquetes al grupo. Durante una conmutación por un fallo, los encaminadores vecinos pueden continuar reenviando paquetes al grupo y el miembro activo nuevo puede reenviar estos paquetes a todos los destinos.

SUMARIO

Las reivindicaciones independientes superan al menos algunos de estos problemas.

- 10 La presente invención proporciona un encaminador y un método para la migración de procesos de protocolos de encaminamiento desde un Procesado de Encaminamiento (RP) a otro usando procedimientos de reinicio sutil. Los RPs pueden estar en el mismo encaminador o encaminadores diferentes. Se utiliza un mecanismo similar para la migración de un Encaminador Virtual (VR) y todos sus procesos asociados desde un RP a otro.
- 15 Así, un aspecto va dirigido a un método en un encaminador en una red basada en el Protocolo de Internet (IP) para la migración de procesos de protocolos de encaminamiento desde un primer procesador de encaminamiento a un segundo procesador de encaminamiento. El encaminador incluye un motor de reenvío para reenviar paquetes a encaminadores vecinos en la red, y los encaminadores vecinos incluyen un procedimiento de reinicio sutil para mantener el flujo de paquetes hacia el encaminador y asistir al encaminador si el encaminador falla. El método
- 20 incluye terminar los procesos de protocolo de encaminamiento en el primer procesador de encaminamiento, indicando así a los encaminadores vecinos que el encaminador ha fallado, y provocar que los encaminadores vecinos inicien el procedimiento de reinicio sutil; y reiniciar los procesos de protocolos de encaminamiento en el segundo procesador de encaminamiento. El método incluye también derivar, por parte del motor de reenvío, paquetes destinados a los procesos de protocolos de encaminamiento en el primer procesador de encaminamiento a
- 25 los procesos de protocolos de encaminamiento reiniciados en el segundo procesador de encaminamiento. Y recibir, por parte de los procesos de protocolos de encaminamiento reiniciados en el segundo procesador de encaminamiento, información desde los encaminadores vecinos en relación con la topología de la red. En este aspecto, los procesos de protocolos de encaminamiento pueden ser, por ejemplo, procesos del Protocolo de Pasarela Frontera (BGP).
- 30 En otro aspecto, el método puede incluir terminar los procesos de protocolos de encaminamiento en el primer procesador de encaminamiento, y añadir una regla de filtro al motor de encaminamiento después de terminar los procesos de protocolos de encaminamiento en el primer procesador de encaminamiento. La regla de filtro provoca que el motor de reenvío derive paquetes destinados a los procesos de protocolos de encaminamiento en el primer
- 35 procesador de encaminamiento hacia los procesos de protocolos de encaminamiento reiniciados en el segundo procesador de encaminamiento. El método incluye también reiniciar los procesos de protocolos de encaminamiento en el segundo procesador de encaminamiento; enviar un mensaje a cada uno de los encaminadores vecinos solicitando a los encaminadores vecinos que inicien el procedimiento de reinicio sutil; y recibir, por parte de los procesos de protocolos de encaminamiento reiniciados, en el segundo procesador de encaminamiento, información
- 40 desde los encaminadores vecinos en relación con la topología de la red. En este aspecto, los procesos de protocolos de encaminamiento pueden ser, por ejemplo, procesos de Abrir el Trayecto Más Corto en Primer Lugar (OSPF) o procesos del Protocolo de Sistema Intermedio a Sistema Intermedio (IS-IS).
- 45 Todavía en otro aspecto, cuando los procesos de protocolos de encaminamiento no disponen de un procedimiento de reinicio sutil definido, dicho método puede incluir terminar los procesos de protocolos de encaminamiento en el primer procesador de encaminamiento; añadir la regla de filtro al motor de reenvío; reiniciar los procesos de protocolos de encaminamiento en el segundo procesador de encaminamiento; y recibir mensajes de actualización periódicos desde cada uno de los encaminadores vecinos en relación con un estado del protocolo.
- 50 Los mensajes de actualización incluyen información sobre todas las rutas dentro del dominio de encaminamiento de la red. A continuación, el encaminador envía un mensaje a cada uno de los encaminadores vecinos notificando que el encaminador está operativo. En este aspecto, los procesos de protocolos de encaminamiento pueden ser, por ejemplo, el Protocolo de Información de Encaminamiento (RIP).
- 55 Todavía otro aspecto va dirigido a un método en un encaminador en una red basada en IP para la migración de un Encaminador Virtual (VR) desde un primer procesador de encaminamiento a un segundo procesador de encaminamiento. El encaminador incluye un motor de reenvío para reenviar paquetes a encaminadores vecinos en la red; el VR incluye procesos de protocolos de encaminamiento y señalización y un Administrador de Tablas de Encaminamiento (RTM) que calcula una base de información de reenvío utilizada por el motor de reenvío; y los
- 60 encaminadores vecinos incluyen un procedimiento de reinicio sutil para mantener el flujo de paquetes hacia el encaminador y asistir al encaminador si el encaminador falla. El método incluye terminar los procesos de protocolos de encaminamiento y señalización del VR en el primer procesador de encaminamiento, indicando así a los encaminadores vecinos que el encaminador ha fallado, y provocar que los encaminadores vecinos inicien el procedimiento de reinicio sutil; reiniciar los procesos de protocolos de encaminamiento y señalización del VR en el
- 65 segundo procesador de encaminamiento; y derivar, por parte del motor de reenvío, paquetes destinados a los procesos de protocolos de encaminamiento y señalización del VR en el primer procesador de encaminamiento a los

procesos de protocolos de encaminamiento y señalización reiniciados del VR en el segundo procesador de encaminamiento. El método incluye también recibir, por parte de los procesos de protocolos de encaminamiento y señalización reiniciados del VR en el segundo procesador de encaminamiento, información desde los encaminadores vecinos en relación con la topología de la red; reiniciar el RTM del VR en el segundo procesador de encaminamiento, y recibir, por parte del RTM reiniciado del VR, información desde los procesos de protocolos de encaminamiento y señalización reiniciados del VR en relación con la topología de la red, estableciendo así un estado de encaminamiento. El método incluye también recibir, por parte del RTM reiniciado del VR, información desde el motor de reenvío en relación con la base de información de reenvío actual, estableciendo así un estado de información de reenvío; y sincronizar, por parte del RTM, el estado de información de reenvío y el estado de encaminamiento.

Todavía otro aspecto va dirigido a un encaminador en una red basada en IP, en la que encaminadores vecinos incluyen un procedimiento de reinicio sutil para mantener el flujo de paquetes hacia el encaminador y asistir al encaminador si el encaminador falla. El encaminador incluye un motor de reenvío para reenviar paquetes a los encaminadores vecinos en la red; un primer procesador de encaminamiento conectado al motor de reenvío para ejecutar procesos de protocolos de encaminamiento. Un segundo procesador de encaminamiento conectado al motor de reenvío para ejecutar procesos de protocolos de encaminamiento; y medios para la migración de un proceso de protocolo de encaminamiento desde el primer procesador de encaminamiento al segundo procesador de encaminamiento, incluyendo dichos medios de migración medios para evitar pérdidas de paquetes mientras se efectúa la migración del proceso de protocolos de encaminamiento, sin la necesidad de cambios en la pila de protocolos de la red.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS DIVERSAS VISTAS DE LOS DIBUJOS

En la siguiente sección, se describirá la invención en referencia a realizaciones ejemplificativas ilustradas en las figuras, en las cuales:

- la FIGURA 1 es un diagrama de bloques simplificado de un encaminador en una realización de la presente invención;
- la FIGURA 2 es un diagrama de flujo que ilustra las etapas de una realización del método de la presente invención cuando se efectúa la migración de un proceso de BGP desde un primer Procesador de Encaminamiento a otro;
- la FIGURA 3 es un diagrama de flujo que ilustra las etapas de una realización del método de la presente invención cuando se efectúa la migración de un proceso de OSPF o IS-IS desde un primer Procesador de Encaminamiento a otro;
- la FIGURA 4 es un diagrama de flujo que ilustra las etapas de una realización del método de la presente invención cuando se efectúa la migración de un proceso de RIP desde un primer Procesador de Encaminamiento a otro; y
- la FIGURA 5 es un diagrama de flujo que ilustra las etapas de una realización del método de la presente invención cuando se efectúa la migración de un Encaminador Virtual (VR) desde un primer Procesador de Encaminamiento a otro.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La presente invención proporciona un encaminador y un método para la migración de procesos de protocolos de encaminamiento desde un Procesador de Encaminamiento (RP) a otro usando procedimientos de reinicio sutil. Los RPs pueden estar en el mismo encaminador o en encaminadores diferentes. Se utiliza un mecanismo similar para la migración de un Encaminador Virtual (VR) y todos sus procesos asociados desde un RP a otro. Los protocolos de encaminamiento, tales como el Protocolo de Pasarela de Frontera (BGP), el Abrir Trayecto más Corto en Primer Lugar (OSPF), el Protocolo de Sistema Intermedio a Sistema Intermedio (IS-IS), y el Protocolo de Información de Encaminamiento (RIP), se comunican con un Administrador de Tablas de Encaminamiento (RTM) usando una Interfaz de Programación de Aplicaciones (API) que oculta la comunicación entre estos procesos. En un método de comunicación de este tipo, cada proceso desconoce con exactitud dónde está ubicado el otro extremo del canal de comunicaciones. Esto proporciona flexibilidad al permitir que protocolos de encaminamiento residan en un primer RP mientras el RTM reside en un RP diferente o, por el contrario, los protocolos de encaminamiento y el RTM pueden residir todos ellos en el mismo RP.

La FIGURA 1 es un diagrama de bloques simplificado de un encaminador (Encaminador A) 10 en una realización de la presente invención. El Encaminador A incluye uno o más paneles de Procesadores de Encaminamiento (RP) 11a a 11n que alojan el plano de control del encaminador. Los RPs pueden incluir protocolos de encaminamiento 12a a 12n y RTMs 13a a 13n. Una pluralidad de motores de reenvío 14 en el encaminador realiza las funciones de reenvío de paquetes del encaminador. El plano de control usa interfaces en los motores de reenvío para comunicarse con vecinos específicos del encaminador y para configurar los motores de reenvío con el fin de proporcionar reenvío de paquetes.

En la realización descrita en este caso, los protocolos de encaminamiento 12 y los procesos de RTM 13 se ejecutan en uno o más de los paneles de RP 11. Si hay presente solamente un panel de RP, todos los procesos se ejecutan en el RP único. Si hay presentes dos o más RPs, los protocolos de encaminamiento y el RTM se pueden ejecutar en

5 RPs disponibles independientes. Las Comunicaciones Entre Procesos (IPCs) entre los protocolos de encaminamiento y los RTMs garantizan que todos los procesos pueden hablar entre ellos con independencia del panel de RP en el que se estén ejecutando. De modo similar, uno o más VRs se pueden instanciar en múltiples paneles de RP en función de los requisitos de procesamiento de los procesos del VR.

5 Reinicio sutil de BGP para migración de procesos

10 El BGP es un protocolo de encaminamiento basado en vectores de ruta que se usa principalmente para configurar conexiones de encaminamiento sobre dominios de encaminamiento. Es un protocolo muy popular e importante usado en encaminadores. El BGP funciona mediante la configuración de una conexión *socket* de TCP entre dos encaminadores vecinos. La conexión completa de BGP depende de la existencia continuada de la conexión de TCP. El fallo de la conexión de TCP en cualquier forma da como resultado la pérdida de la sesión de BGP y una pérdida adicional de capacidades de reenvío, lo cual deriva en un deterioro importante de la funcionalidad de la red.

15 El procedimiento de Reinicio Sutil para BGP requiere que una pérdida de la conexión de TCP sea una señal, hacia el encaminador de recepción, de que ha fallado el encaminador vecino. El procedimiento requiere que el encaminador de recepción continúe usando el encaminador que ha fallado para reenvío hasta que el encaminador de reinicio señale lo contrario. Este procedimiento garantiza que si solamente expira el proceso de BGP en un encaminador, entonces se continuará con el reenvío de tráfico mientras el proceso de BGP se reinicia, garantizándose así que no se pierde el tráfico de red.

20 La migración de procesos de BGP requiere que se continúe manteniendo la conexión de TCP durante el tiempo que el proceso se mueve desde un RP a otro. Este es un problema muy complejo que todavía está siendo investigado y existen muy pocas implementaciones satisfactorias de esta técnica. Las técnicas existentes requieren que la pila completa de la red de TCP/IP del encaminador se ponga al día para hacer frente a una migración de conexiones de TCP.

25 La FIGURA 2 es un diagrama de flujo que ilustra las etapas de una realización del método de la presente invención cuando se efectúa la migración de un proceso de BGP desde un primer Procesador de Encaminamiento (RP-1) 11a en el Encaminador A 10 hacia un segundo Procesador de Encaminamiento (RP-2) 11b. En la presente invención, no es necesaria ninguna migración de conexiones de TCP. En cambio, cuando el proceso de BGP está preparado para la migración al RP-2, el mismo termina en la etapa 21. En la etapa 22, los encaminadores vecinos del Encaminador A detectan el fallo del Encaminador A. Esto provoca que los encaminadores vecinos entren en el estado de Reinicio Sutil en la etapa 23. En la etapa 24, se añade una regla de filtro a los motores de reenvío 14 para detectar paquetes de TCP destinados al proceso de BGP que ha terminado, y para derivar los paquetes a un nuevo proceso de BGP en RP-2. En la etapa 25, el proceso de BGP se reinicia entonces en RP-2 y configura relaciones entre entidades pares con sus encaminadores vecinos. En la etapa 26, el proceso de BGP nuevo asimila la topología de red con la ayuda de los encaminadores vecinos.

40 De este modo, el uso del Reinicio Sutil para la migración de procesos de BGP de la invención elimina completamente la necesidad de realizar cualquier manipulación compleja de la pila de la red de TCP/IP. La invención se puede utilizar adicionalmente en cualquier pila de red, de serie, en existencias. La invención reduce drásticamente por lo tanto la complejidad de implementar la migración de procesos para procesos de BGP. Esto reduce costes en desarrolladores para el proveedor y costes de compra para el cliente.

45 Migración de protocolos diferentes al BGP

50 Los protocolos tales como el OSPF, el IS-IS, y el RIP no se ejecutan sobre TCP, y por tanto no se mantiene ningún estado de sesión dentro del sistema operativo que se ejecuta sobre el RP. No obstante, los procesos de protocolos sí mantienen un estado del protocolo, y es necesario volver a asimilar este estado una vez que el proceso de protocolo se reinicia en el RP nuevo. Los protocolos de OSPF e IS-IS tienen definidos mecanismos de reinicio sutil, aunque el RIP no.

55 La FIGURA 3 es un diagrama de flujo que ilustra las etapas de una realización del método de la presente invención cuando se efectúa la migración de un proceso de OSPF o IS-IS desde un primer RP-1 a un segundo RP-2. Cuando el proceso de protocolo está preparado para su migración al RP-2, el mismo termina en el RP-1 en la etapa 31. En la etapa 32, se añade una regla de filtro a los motores de reenvío para detectar los paquetes del protocolo destinados al proceso antiguo de OSPF/IS-IS y para derivar los paquetes al proceso nuevo de OSPF/IS-IS en el RP-2. A continuación, en la etapa 33, el proceso de protocolo se reinicia en RP-2. Si el proceso es un proceso de OSPF, el método se desplaza a la etapa 34 donde el proceso de OSPF reiniciado emite Notificaciones de Estados de Enlace Opacos (LSAs) que solicitan soporte de reinicio sutil de encaminadores vecinos. Si el proceso es un proceso de IS-IS, el método se desplaza en cambio a la etapa 35 donde el proceso de IS-IS reiniciado envía un campo de Tipo Reinicio, Longitud y Valor (TLV) en sus mensajes de saludo inicial, con la bandera de Solicitud de Reinicio (RR) activada, indicando así a sus vecinos que el mismo se está reiniciando. En la etapa 36, el proceso de OSPF/IS-IS nuevo asimila la topología de la red con la ayuda de los encaminadores vecinos. De este modo, todas las adyacencias de encaminamiento se introducen usando mecanismos de Reinicio Sutil sin influir en el reenvío de tráfico.

La FIGURA 4 es un diagrama de flujo que ilustra las etapas de una realización del método de la presente invención cuando se efectúa la migración de un proceso de RIP desde un primer RP-1 a un segundo RP-2. El protocolo de RIP no tiene definido ningún mecanismo de reinicio sutil. No obstante, el RIP es otro protocolo de vectores de distancia, y usa actualizaciones periódicas de todas las rutas sobre el dominio de encaminamiento. Un proceso de RIP de reinicio en un RP nuevo simplemente espera el tiempo suficiente para volver a tener conocimiento de su estado de protocolo antes de emitir sus propias notificaciones. Esto logra una migración del proceso sin afectar al reenvío de paquetes.

De este modo, cuando el proceso de protocolo está preparado para la migración al RP-2, el mismo termina en el RP-1 en la etapa 41. En la etapa 42, se añade una regla de filtro a los motores de reenvío para detectar los paquetes de protocolo destinados al proceso de RIP antiguo y para derivar los paquetes al proceso de RIP nuevo en el RP-2. En la etapa 43, el proceso de RIP se reinicia entonces en el RP-2. En la etapa 44, el proceso de RIP nuevo recibe actualizaciones periódicas de todas las rutas sobre el dominio de encaminamiento. En la etapa 45, el proceso de RIP nuevo envía notificaciones a encaminadores vecinos después de que el proceso de RIP haya vuelto a tener conocimiento de su estado de protocolo.

Migración de VRs

La FIGURA 5 es un diagrama de flujo que ilustra las etapas de una realización del método de la presente invención cuando se efectúa la migración de un Encaminador Virtual (VR) desde un primer RP-1 a un segundo RP-2. Un VR consta típicamente de procesos de protocolos de encaminamiento y señalización y de un RTM que calcula la base de información de reenvío utilizada por el motor de reenvío. Para la migración del VR, se debe efectuar una migración de todos estos procesos al RP nuevo. Los protocolos de encaminamiento y señalización del VR terminan y se reinician en el RP nuevo tal como se ha descrito anteriormente. La migración del RTM implica reiniciarlo en el RP nuevo y permitirle que vuelva a tener conocimiento del estado de encaminamiento a partir de los protocolos de encaminamiento. El mismo tiene conocimiento de la base de información de reenvío actual a partir de los motores de reenvío, y sincroniza los dos estados.

Así, cuando el VR está preparado para la migración al RP-2, sus procesos de protocolos de encaminamiento y señalización terminan en el RP-1 en la etapa 51. En la etapa 52, suponiendo que los procesos de protocolos de encaminamiento y señalización tienen definidos mecanismos de reinicio sutil, los encaminadores vecinos del Encaminador A detectan el fallo del Encaminador A y entran en el estado de Reinicio Sutil en la Etapa 53. En la etapa 54, se añade una regla de filtro a los motores de reenvío para detectar paquetes de TCP destinados a los procesos de protocolos de encaminamiento y señalización terminados del VR, y para derivar los paquetes a procesos de protocolos de encaminamiento y señalización nuevos en el RP-2. En la etapa 55, el RTM se reinicia en RP-2. En la etapa 56, los procesos de protocolos de encaminamiento y señalización se reinician en el RP-2 y configuran relaciones entre entidades pares con encaminadores vecinos. En la etapa 57, los procesos de protocolos de encaminamiento y señalización nuevos asimilan la topología de la red con la ayuda de los encaminadores vecinos. En la etapa 58, el RTM asimila el estado del encaminamiento a partir de los procesos de protocolos de encaminamiento y señalización, y en la etapa 59, el RTM asimila la base de información de reenvío actual a partir de los motores de reenvío y sincroniza el estado de información de reenvío con el estado de encaminamiento.

Tal como reconocerán aquellos expertos en la materia, los conceptos innovadores descritos en la presente solicitud se pueden modificar y cambiar en un amplio intervalo de aplicaciones. Por consiguiente, el alcance de la materia objeto de la patente no debería limitarse a ninguna de las enseñanzas ejemplificativas específicas antes descritas, sino que, por el contrario, queda definido por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método llevado a cabo por un encaminador (10) en una red basada en el Protocolo de Internet (IP) para la migración de procesos de protocolos de encaminamiento desde un primer procesador de encaminamiento (RP-1) a un segundo procesador de encaminamiento (RP-2) que funciona de forma independiente con respecto al primer procesador de encaminamiento (RP-1), en donde el encaminador (10) incluye un motor (14) de reenvío para reenviar paquetes a encaminadores vecinos en la red, y los encaminadores vecinos incluyen un procedimiento de reinicio sutil para mantener el flujo de paquetes al encaminador (10) y asistir al encaminador (10) si el encaminador (10) falla, comprendiendo dicho método:
- terminar los procesos de protocolos de encaminamiento en el primer procesador de encaminamiento (RP-1); reiniciar los procesos de protocolos de encaminamiento en el segundo procesador de encaminamiento (RP-2); derivar, por parte del motor (14) de reenvío, paquetes destinados a los procesos de protocolos de encaminamiento en el primer procesador de encaminamiento (RP-1) a los procesos de protocolos de encaminamiento reiniciados, en el segundo procesador de encaminamiento (RP-2); y recibir, por parte de los procesos de protocolos de encaminamiento reiniciados, en el segundo procesador de encaminamiento (RP-2), información desde los encaminadores vecinos en relación con la topología de la red, en donde la etapa de derivar paquetes por parte del motor (14) de reenvío incluye añadir una regla de filtro al motor (14) de reenvío después de terminar los procesos de protocolos de encaminamiento en el primer procesador de encaminamiento (RP-1), provocando la regla de filtro que el motor (14) de reenvío derive paquetes destinados a los procesos de protocolos de encaminamiento en el primer procesador de encaminamiento (RP-1) a los procesos de protocolos de encaminamiento reiniciados, en el segundo procesador de encaminamiento (RP-2), en donde el primer procesador de encaminamiento (RP-1) y el segundo procesador de encaminamiento (RP-2) están en encaminadores diferentes.
2. El método de la reivindicación 1, en el que la terminación de los procesos de protocolos de encaminamiento en el primer procesador de encaminamiento (RP-1) provoca indicar a los encaminadores vecinos que el encaminador (10) ha fallado y provoca que los encaminadores vecinos inicien el procedimiento de reinicio sutil.
3. El método de la reivindicación 1, en el que el método viene precedido por la etapa de determinar que es necesario redistribuir una carga de procesado, compartida entre múltiples procesadores de encaminamiento, para incrementar la escalabilidad del encaminador (10).
4. El método de la reivindicación 1, en el que la etapa de reiniciar los procesos de protocolos de encaminamiento en el segundo procesador de encaminamiento (RP-2) incluye configurar relaciones entre entidades pares con los encaminadores vecinos.
5. El método de la reivindicación 1, en el que los procesos de protocolos de encaminamiento son procesos del Protocolo de Pasarela de Frontera, BGP.
6. El método de la reivindicación 1, comprendiendo además dicho método:
- enviar un mensaje a cada uno de los encaminadores vecinos solicitando a los encaminadores vecinos que inicien el procedimiento de reinicio sutil.
7. El método de la reivindicación 6, en el que los procesos de protocolos de encaminamiento son procesos de Abrir el Trayecto Más Corto en Primer Lugar, OSPF, y la etapa de enviar un mensaje a cada uno de los encaminadores vecinos incluye enviar una Notificación de Estado de Enlace Opaco, LSA, a cada uno de los encaminadores vecinos.
8. El método de la reivindicación 6, en el que los procesos de protocolos de encaminamiento son procesos de Abrir el Trayecto Más Corto en Primer Lugar, OSPF, y la etapa de enviar un mensaje a cada uno de los encaminadores vecinos incluye enviar el mensaje a los encaminadores vecinos antes de determinar los procesos en el primer procesador de encaminamiento (RP-1).
9. El método de la reivindicación 6, en el que los procesos de protocolos de encaminamiento son procesos del Protocolo de Sistema Intermedio a Sistema Intermedio, IS-IS, y la etapa de enviar un mensaje a cada uno de los encaminadores vecinos incluye enviar un mensaje con un campo de Tipo de Reinicio, Longitud y Valor, TLV, a cada uno de los encaminadores vecinos indicando que el encaminador (10) se está reiniciando.
10. El método llevado a cabo por un encaminador (10) en una red basada en el Protocolo de Internet (IP) para la migración de procesos de protocolos de encaminamiento desde un primer procesador de encaminamiento (RP-1) a un segundo procesador de encaminamiento (RP-2) que funciona de forma independiente con respecto al primer procesador de encaminamiento (RP-1), en donde el encaminador (10) incluye un motor (14) de reenvío para

reenviar paquetes a encaminadores vecinos en la red, y en donde los procesos de protocolos de encaminamiento no disponen de un procedimiento de reinicio sutil definido, comprendiendo dicho método:

5 terminar los procesos de protocolos de encaminamiento en el primer procesador de encaminamiento (RP-1);
añadir una regla de filtro al motor (14) de reenvío después de terminar los procesos de protocolos de
encaminamiento en el primer procesador de encaminamiento (RP-1), provocando la regla de filtro que el
motor (14) de reenvío derive paquetes destinados a los procesos de protocolos de encaminamiento en el
primer procesador de encaminamiento (RP-1) a los procesos de protocolos de encaminamiento reiniciados,
en el segundo procesador de encaminamiento (RP-2);
10 reiniciar los procesos de protocolos de encaminamiento en el segundo procesador de encaminamiento (RP-2);
recibir mensajes de actualización periódicos desde cada uno de los encaminadores vecinos en relación con
un estado del protocolo, incluyendo dichos mensajes de actualización información sobre todas las rutas
dentro del dominio de encaminamiento de la red; y
15 enviar un mensaje a cada uno de los encaminadores vecinos notificando que el encaminador (10) está
operativo,
en donde el primer procesador de encaminamiento (RP-1) y el segundo procesador de encaminamiento (RP-
2) están en encaminadores diferentes.

11. El método de la reivindicación 10, en el que los procesos de protocolos de encaminamiento son procesos del
20 Protocolo de Información de Encaminamiento, RIP.

12. El método llevado a cabo por un encaminador (10) en una red basada en el Protocolo de Internet, IP, para la
migración de un Encaminador Virtual, VR, desde un primer procesador de encaminamiento (RP-1) a un segundo
procesador de encaminamiento (RP-2) que funciona de forma independiente con respecto al primer procesador de
encaminamiento (RP-1), en donde el encaminador (10) incluye un motor (14) de reenvío para reenviar paquetes a
encaminadores vecinos en la red, el VR incluye procesos de protocolos de encaminamiento y señalización y un
Administrador de Tablas de Encaminamiento, RTM, que calcula una base de información de reenvío utilizada por el
motor de reenvío, y los encaminadores vecinos incluyen un procedimiento de reinicio sutil para mantener el flujo de
paquetes hacia el encaminador (10) y asistir al encaminador (10) si el encaminador (10) falla, comprendiendo dicho
30 método:

terminar los procesos de protocolos de encaminamiento y señalización del VR en el primer procesador de
encaminamiento (RP-1), indicando así a los encaminadores vecinos que el encaminador (10) ha fallado, y
provocar que los encaminadores vecinos inicien el procedimiento de reinicio sutil;
35 reiniciar los procesos de protocolos de encaminamiento y señalización del VR en el segundo procesador de
encaminamiento (RP-2);
derivar, por parte del motor de reenvío, paquetes destinados a los procesos de protocolos de encaminamiento
y señalización del VR en el primer procesador de encaminamiento (RP-1) a los procesos de protocolos de
encaminamiento y señalización reiniciados del VR en el segundo procesador de encaminamiento (RP-2);
40 recibir, por parte de los procesos de protocolos de encaminamiento y señalización reiniciados del VR en el
segundo procesador de encaminamiento (RP-2), información desde los encaminadores vecinos en relación
con la topología de la red;
reiniciar el RTM del VR en el segundo procesador de encaminamiento (RP-2);
recibir, por parte del RTM reiniciado del VR, información desde los procesos de protocolos de
encaminamiento y señalización reiniciados del VR en relación con la topología de la red, estableciendo así un
estado de encaminamiento;
45 recibir, por parte del RTM reiniciado del VR, información desde el motor (14) de reenvío en relación con la
base de información de reenvío actual, estableciendo así un estado de información de reenvío; y
sincronizar, por parte del RTM, el estado de información de reenvío y el estado de encaminamiento,
50 en donde la etapa de derivar paquetes por parte del motor (14) de reenvío incluye añadir una regla de filtro al
motor (14) de reenvío después de terminar los procesos de protocolos de encaminamiento y señalización del
VR en el primer procesador de encaminamiento (RP-1), provocando la regla de filtro que el motor (14) de
reenvío derive paquetes destinados a los procesos de protocolos de encaminamiento y señalización del VR
en el primer procesador de encaminamiento (RP-1) a los procesos de protocolos de encaminamiento y
señalización reiniciados del VR, en el segundo procesador de encaminamiento (RP-2),
55 en donde el primer procesador de encaminamiento (RP-1) y el segundo procesador de encaminamiento (RP-
2) están en encaminadores diferentes.

13. el método de la reivindicación 12, en el que la etapa de reiniciar los procesos de protocolos de encaminamiento
60 en el segundo procesador de encaminamiento (RP-2) incluye configurar relaciones entre entidades pares con los
encaminadores vecinos.

14. Un encaminador (10) de una red basada en el Protocolo de Internet, IP, en la que encaminadores vecinos
incluyen un procedimiento de reinicio sutil para mantener el flujo de paquetes hacia el encaminador (10) y asistir al
encaminador (10) si el encaminador (10) falla, comprendiendo dicho encaminador (10):
65

un motor (14) de reenvío para reenviar paquetes a los encaminadores vecinos en la red;
 un primer procesador de encaminamiento (RP-1) conectado al motor (14) de reenvío para ejecutar procesos de protocolos de encaminamiento;
 medios para la migración de un proceso de protocolos de encaminamiento desde el primer procesador de encaminamiento (RP-1) a un segundo procesador de encaminamiento (RP-2), incluyendo dichos medios de migración medios para evitar pérdida de paquetes mientras se efectúa la migración del proceso de protocolos de encaminamiento, sin necesidad de cambios en la pila de protocolos de red;
 medios para añadir una regla de filtro al motor (14) de reenvío después de terminar el proceso de protocolos de encaminamiento en el primer procesador de encaminamiento (RP-1), provocando la regla de filtro que el motor (14) de reenvío derive paquetes destinados al proceso de protocolos de encaminamiento en el primer procesador de encaminamiento (RP-1) al proceso de protocolos de encaminamiento reiniciado, en el segundo procesador de encaminamiento (RP-2), en donde el segundo procesador de encaminamiento (RP-2) está conectado al motor (14) de reenvío para ejecutar procesos de protocolos de encaminamiento; funcionando el segundo procesador de encaminamiento (RP-2) de forma independiente con respecto al primer procesador de encaminamiento (RP-1),
 en donde el primer procesador de encaminamiento (RP-1) y el segundo procesador de encaminamiento (RP-2) están en encaminadores diferentes.

- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
15. El encaminador (10) de la reivindicación 14, en el que los medios para evitar pérdida de paquetes mientras se efectúa la migración del proceso de protocolos de encaminamiento incluyen medios para iniciar un procedimiento de reinicio sutil definido para el proceso de protocolos de encaminamiento con el fin de mantener el flujo de paquetes destinado al encaminador (10) mientras se efectúa la migración del proceso de protocolos de encaminamiento.
16. El encaminador (10) de la reivindicación 15, en el que los medios para iniciar un procedimiento de reinicio sutil incluyen medios para terminar el proceso de protocolos de encaminamiento en el primer procesador de encaminamiento (RP-1), indicando así a los encaminadores vecinos que el encaminador (10) ha fallado, y provocando que los encaminadores vecinos inicien el procedimiento de reinicio sutil.
17. El encaminador (10) de la reivindicación 16, en el que los medios para la migración del proceso de protocolos de encaminamiento incluyen reiniciar el proceso de protocolos de encaminamiento en el segundo procesador de encaminamiento (RP-2).
18. El encaminador (10) de la reivindicación 17, en el que los medios para evitar pérdida de paquetes mientras se efectúa la migración del proceso de protocolos de encaminamiento incluyen medios para añadir una regla de filtro al motor de reenvío, provocando dicha regla de filtro que el motor (14) de reenvío derive paquetes destinados al proceso de protocolos de encaminamiento en el primer procesador de encaminamiento (RP-1) al proceso de protocolos de encaminamiento reiniciado, en el segundo procesador de encaminamiento (RP-2), mientras se efectúa la migración del proceso de protocolos de encaminamiento.

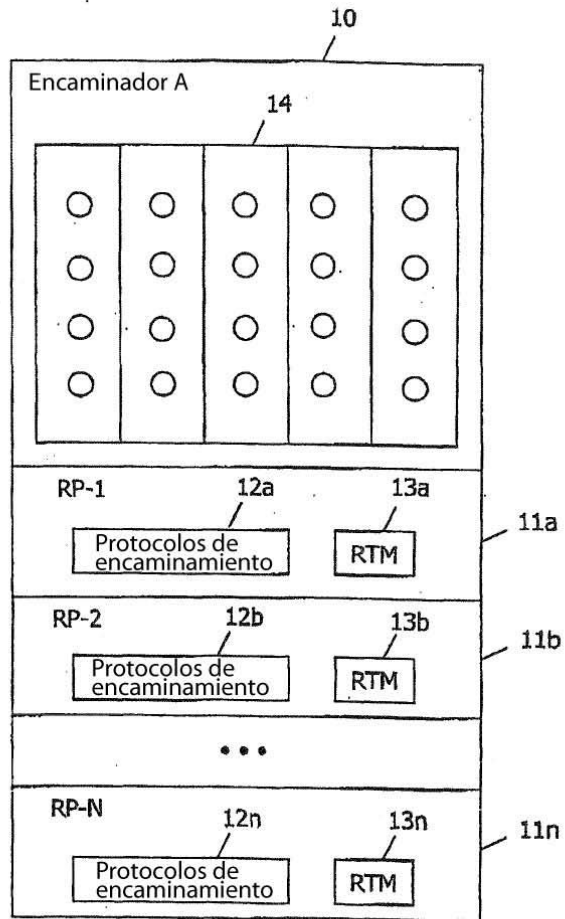


FIG. 1

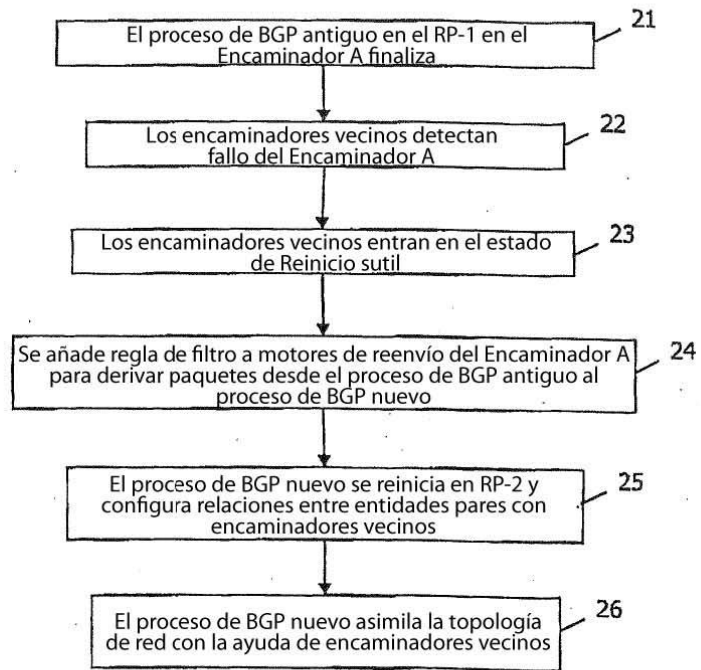


FIG. 2

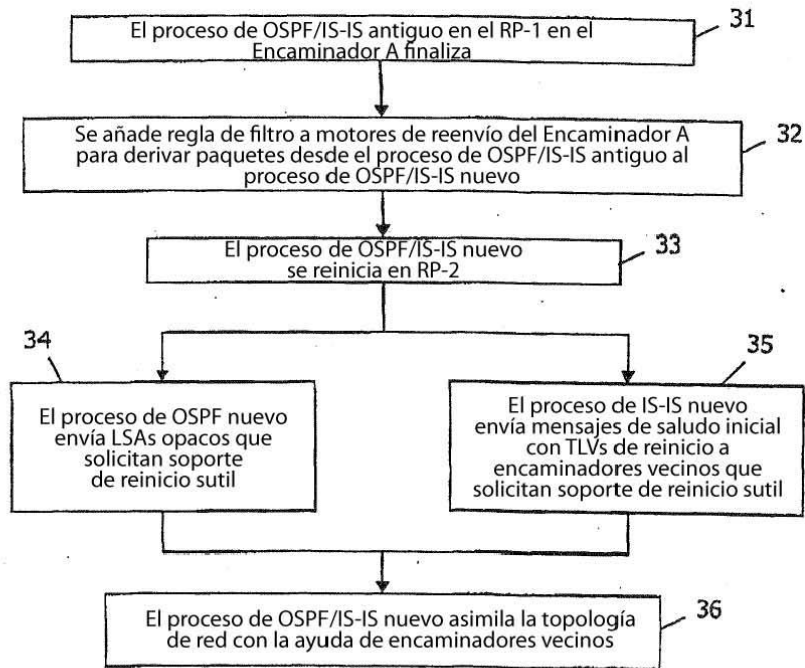


FIG. 3

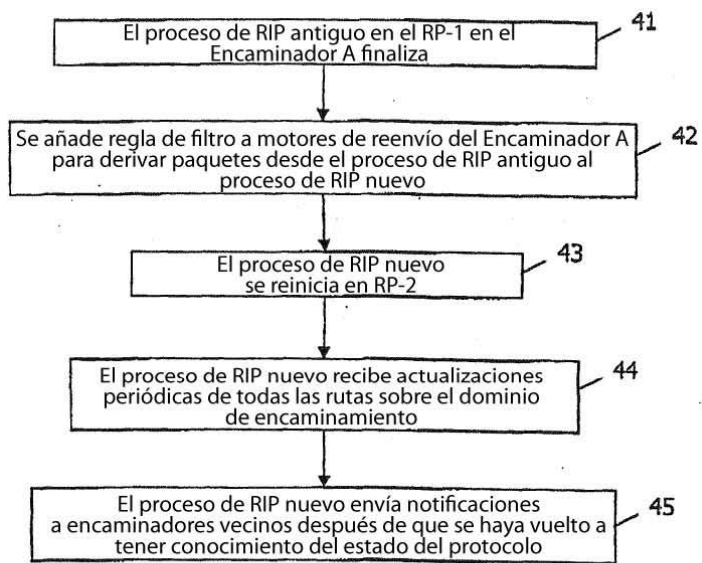


FIG. 4

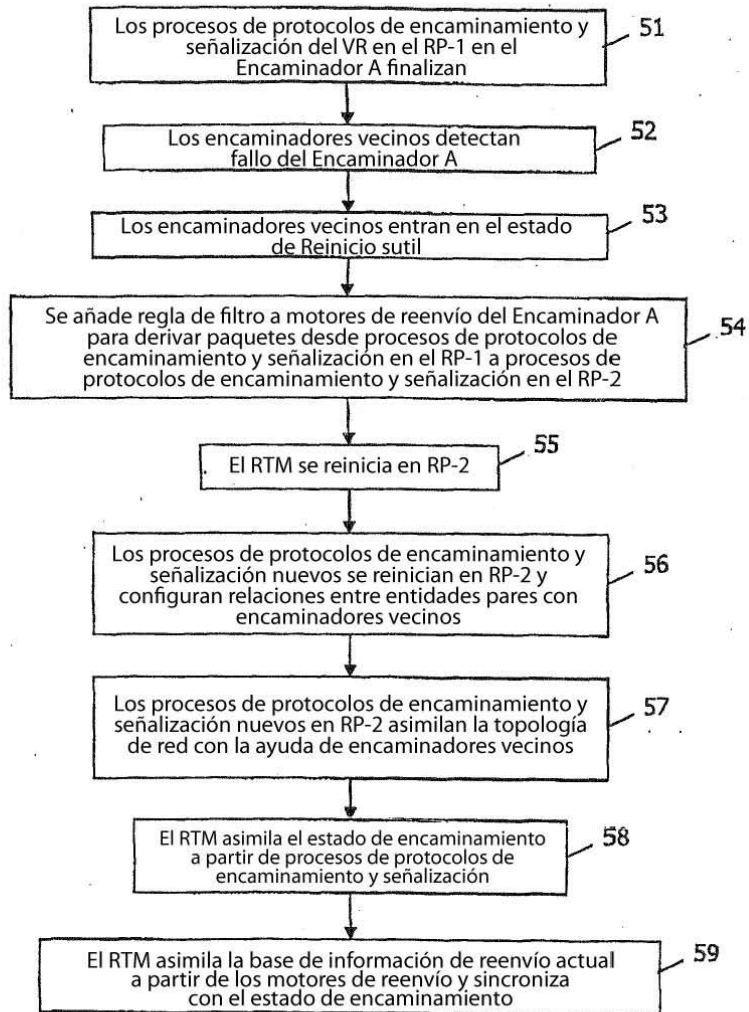


FIG. 5