

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 396 312**

51 Int. Cl.:

H04L 12/56 (2006.01)

H04L 12/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.06.2004** **E 11153962 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.10.2012** **EP 2326048**

54 Título: **Adaptaciones para transporte orientado a conexión en una red de comunicaciones de paquetes conmutados**

30 Prioridad:

15.07.2003 US 619177

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

20.02.2013

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

ERIKSSON, ANDERS E

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 396 312 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

Adaptaciones para transporte orientado a conexión en una red de comunicaciones de paquetes conmutados.

CAMPO DE LA INVENCION

5 La presente invención se refiere a adaptaciones y métodos para telecomunicación y comunicación de datos en general y particularmente a adaptaciones para proporcionar comunicaciones orientadas a conexión en una infraestructura de red tradicionalmente sin conexión.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10 Ethernet es hoy por mucho la tecnología de red de área local (LAN) dominante en el Mundo. El término Ethernet se refiere a la familia de productos de red cubiertos por el estándar IEEE 802.3 que define lo que se conoce comúnmente como el protocolo CSMA/CD (protocolo de Acceso Múltiple con Detección de Portadora/ Detección de Colisión). Ethernet tiene muchos rasgos atractivos que la han hecho popular en el mercado:

- es fácil de entender, implementar, gestionar, y mantener,

- permite implementaciones de red de bajo coste,

- proporciona extensa flexibilidad topológica para la instalación de la red, y

15 - garantiza la interconexión y operación exitosa de productos compatibles con los estándares, con independencia del fabricante.

De los rasgos enumerados el coste relativamente bajo de las implementaciones de red Ethernet es tal vez la principal razón para la popularidad de Ethernet y dado que Ethernet es tan dominante, los componentes son producidos masivamente lo que además contribuye a mantener los costes bajos.

20 La tecnología Ethernet está siendo percibida cada vez más como una candidata para las redes de área metropolitanas (MAN) de clase portadora y las redes de área extensa (WAN). No obstante, dado que la tecnología Ethernet es sin conexión, no ofrece la ingeniería de tráfico, el encaminamiento, la protección, y el control de la calidad de servicio (QoS) que se soportan por una tecnología orientada a conexión tal como la Conmutación por Etiquetas Multi-Protocolo (MPLS).

25 Un modo de transporte sin conexión se centra en la dirección de destino, u otra identificación, de los paquetes de datos que van a ser transportados en una red, más que cualquier trayecto particular entre los elementos de la red fuente y destino. El protocolo CSMA/CD de Ethernet, el protocolo de Internet (IP), IPx y SNA son ejemplos de protocolos que usan un modo de transporte sin conexión. En el modo orientado a conexión las señales se comunican sobre trayectos específicos desde un elemento de la red fuente a un elemento de la red destino.

30 Ejemplos de tecnologías de transporte que usan transporte orientado a conexión son la MPLS, el Modo de Transferencia Asíncrona (ATM), la Retransmisión de Tramas, y el de paquetes sobre SONET.

35 Una red orientada a conexión proporciona gestión eficiente del ancho de banda, lo que permite la ingeniería de tráfico y el control de la QoS y de esta manera permite a un operador ofrecer servicios conscientes de la QoS. Las ventajas de las redes sin conexión sobre las redes orientadas a conexión son su simplicidad, fiabilidad y escalabilidad. De esta manera los modos de transporte orientados a conexión y sin conexión tienen distintas ventajas y son de esta manera diferencialmente adecuados en distintas situaciones y para distintos tipos de servicios. No obstante, dado que muchos operadores de red desean ofrecer a sus clientes una amplia variedad de servicios o pueden desear ser flexibles en términos de sus tipos de servicios ofertados, hay una demanda de la capacidad de usar ambos modos de transporte en la misma red.

40 Se conocen una serie de soluciones que combinan el transporte orientado a conexión y sin conexión en la misma red.

45 Las patentes U.S. 6.151.324 y 6.449.279 describen un método y un aparato para proporcionar conmutación orientada a conexión en una red de comunicaciones para lograr la agregación de la conexión para reducir el número total de conexiones requeridas entre conmutadores. Esto implica modificar los paquetes sin conexión de manera que puedan ser enviados sobre un trayecto preestablecido entre un conmutador de ingreso y un conmutador de salida.

50 La solicitud de patente internacional WO 01/87000 describe un sistema y método para comunicar señales sin conexión y orientadas a conexión usando elementos de red comunes. Se determina un tipo de señalización de cada señal y se anexa una etiqueta de transporte que indica el tipo de señalización de la señal a cada señal. Las señales se transportan entonces de acuerdo con los procedimientos de señalización asociados con cada tipo de señalización de la señal.

El borrador del IETF "Arquitectura Generalizada de Conmutación por Etiquetas Multi-Protocolo (GMPLS)" de agosto de 2002 presenta una combinación de transporte sin conexión y orientado a conexión en una red común perfilando

un estándar para Ethernet sobre MPLS. Este estándar se basa en la encapsulación de tramas de Ethernet en tramas de MPLS.

5 Un inconveniente común de las soluciones de la técnica anterior tratadas anteriormente es que el coste de implementarlas se espera que sea relativamente alto dado que o bien requieren modificaciones considerables de los nodos de red estándar o bien requieren el uso de nodos de conmutación legados que están específicamente adaptados para el transporte orientado a conexión. Los nodos de conmutación para el transporte orientado a conexión son relativamente caros comparados por ejemplo con los nodos de red Ethernet producidos masivamente. De acuerdo con las soluciones presentadas en las patentes U.S. 6.151.324 y 6.449.279 y WO 01/87000 se modifican los paquetes de datos que van a ser transportados lo que implica que se requieren nuevos elementos de red modificados para implementar estas soluciones. La encapsulación de las tramas de Ethernet en tramas de MPLS como se describe en el borrador del IETF anteriormente mencionado "Arquitectura Generalizada de Conmutación por Etiquetas Multi-Protocolo (GMPLS)" requiere el uso de nodos de conmutación MPLS legados relativamente caros.

RESUMEN DE LA INVENCIÓN

15 Las tecnologías orientadas a conexión actuales ofrecen un plano de control adecuado para las funciones de ingeniería de tráfico, encaminamiento, protección, y control de la QoS. Desafortunadamente, los nodos de red para implementar estas tecnologías de red orientada a conexión actuales tienden a ser caras debido a los volúmenes de producción relativamente bajos. Por otra parte, los nodos para implementar tecnologías de red sin conexión, tales como los nodos de red Ethernet, son relativamente baratos debido a los altos volúmenes de producción.

20 Un objeto de la presente invención es proporcionar de esta manera adaptaciones que hacen posible transportar tráfico en un modo orientado a conexión usando la infraestructura de red y los componentes físicos de una red tradicionalmente sin conexión.

Las adaptaciones de acuerdo con la presente invención complementan una red tradicionalmente sin conexión con un plano de control orientado a conexión. De acuerdo con una realización preferente se reserva un espacio de direcciones que se usa en una red sin conexión para definir las direcciones de destino para el transporte orientado a conexión y se usa para definir las etiquetas del trayecto.

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un nodo de red para un sistema de comunicaciones de paquetes conmutados. El nodo de red tiene una infraestructura de red física para enviar las tramas Ethernet o un formato predeterminado, en el que se asigna un conjunto de direcciones que tienen un formato de dirección predeterminado a la infraestructura de red. La infraestructura de red incluye una pluralidad de nodos de red en la que dicho conjunto de direcciones está asociado con un plano de control orientado a conexión que permite y controla el transporte orientado a conexión de las tramas Ethernet a través de dicha red. Además, el nodo de red está dispuesto para enviar una trama Ethernet que tiene una dirección que pertenece a dicho conjunto de direcciones mediante un modo de transporte orientado a conexión.

35 De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un método en una red de comunicaciones de paquetes conmutados que comprende una pluralidad de nodos de red para enviar tramas Ethernet de un formato predeterminado. Un conjunto de direcciones que tienen un formato de dirección predeterminado se asigna a la red. Un plano de control orientado a conexión permite y controla el transporte orientado a conexión de los paquetes de datos o tramas a través de dicha red, en el que dicho conjunto de direcciones está asociado con el plano de control orientado a conexión. En el método, se envía una trama Ethernet que tiene una dirección que pertenece a dicho conjunto a través de la red mediante un modo de transporte orientado a conexión.

Una ventaja de la presente invención es que hace posible usar componentes físicos de conmutación de bajo coste, tales como conmutadores Ethernet, para interconexión de clase portadora. Los componentes físicos Ethernet e IP existentes se pueden reutilizar por medio de la presente invención para proporcionar interconexión de clase portadora a bajo coste y con una alta capacidad de transporte. De acuerdo con la presente invención la tecnología Ethernet tradicionalmente sin conexión se puede mejorar complementando su plano de control sin conexión actual con un plano de control orientado a conexión que hace posible soportar tales rasgos como la ingeniería de tráfico, el control de la QoS, la gestión de recursos, y la protección del trayecto. De esta manera la invención mejora la posición de la tecnología Ethernet respecto a otras tecnologías de conmutación MAN o WAN y de conexión cruzada tales como ATM, SDH y MPLS.

Otra ventaja de la presente invención es que permite a los operadores usar el modo de transporte sin conexión y orientado a conexión en paralelo sobre la misma infraestructura de red. Esto proporciona un grado de flexibilidad grande para los operadores en términos de gestión de red y en términos de servicios que se pueden ofrecer a los clientes.

Otra ventaja de la presente invención es que requiere modificaciones menores de los componentes físicos de la red existente y que es simple comparado con otras soluciones conocidas para combinar el transporte de señales sin conexión y orientadas a conexión en la misma red.

Una ventaja de una realización preferente de la presente invención es que permite una gestión simplista combinando el soporte para la autoconfiguración distribuida de la Ethernet tradicional con herramientas de gestión automatizadas que configuran el plano de control orientado a conexión de acuerdo con la invención sobre interfaces estandarizados.

- 5 Otras ventajas y objetos de las realizaciones de la presente invención llegarán a ser evidentes cuando se lea la siguiente descripción detallada en conjunto con los dibujos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Fig. 1 es un diagrama de bloques esquemático de una red Ethernet conmutada convencional.

La Fig. 2 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra el formato de una trama Ethernet típica.

- 10 La Fig. 3 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra el principio de la presente invención con dos redes lógicas, una sin conexión y una orientada a conexión, implementadas en una infraestructura Ethernet común.

La Fig. 4 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra la relación entre un plano de control sin conexión y un plano de control orientado a conexión así como el procedimiento de conmutación de acuerdo con la presente invención.

- 15 La Fig. 5 es un diagrama de flujo que ilustra el procedimiento de conmutación usado tanto para transporte sin conexión como orientado a conexión de acuerdo con la presente invención.

La Fig. 6 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra una realización de la presente invención en el que el plano de control orientado a conexión se implementa en un nodo de control separado (CN).

- 20 La Fig. 7 es un diagrama de flujo que ilustra un método para configurar una red que funciona de acuerdo con los principios de la presente invención.

La Fig. 8 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra un primer caso de uso básico de la presente invención.

La Fig. 9 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra un segundo caso de uso de la presente invención, el cual es para configurar Redes Privadas Virtuales (VPN).

- 25 La Fig. 10 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra un tercer caso de uso de la presente invención, el cual es para acceso de banda ancha.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

- 30 La presente invención se describirá ahora más plenamente de aquí en adelante con referencia a los dibujos anexos, en los que se muestran las realizaciones preferentes de la invención. Esta invención se puede realizar, no obstante, de muchas formas distintas y no se debería interpretar como limitada a las realizaciones establecidas en adelante aquí dentro; más bien, estas realizaciones se proporcionan de manera que esta revelación será minuciosa y completa, y trasladará plenamente el alcance de la invención a aquellos expertos en la técnica. Como se apreciará por un experto en la técnica, la presente invención puede tomar la forma de realizaciones de componentes físicos, realizaciones de programas informáticos o realizaciones que combinen aspectos de componentes físicos y programas informáticos.

- 35 La presente invención se revela usando ilustraciones de diagramas de flujo y diagramas de bloques. Se entenderá que cada bloque (de las ilustraciones del diagrama de flujo y los diagramas de bloques), y las combinaciones de bloques, se pueden implementar mediante las instrucciones de programas informáticos. Estas instrucciones de programa se pueden proporcionar a un(os) circuito(s) procesador(es) dentro de los componentes de una infraestructura de red, de manera que las instrucciones que se ejecutan en el(los) circuito(s) procesador(es) crean los medios para implementar las funciones especificadas en el bloque o bloques. Las instrucciones de programa informático se pueden ejecutar por el(los) circuito(s) procesador(es) para causar que una serie de pasos funcionales sean realizados por el(los) circuito(s) procesador(es) para producir un proceso implementado por ordenador de manera que las instrucciones que se ejecutan en el(los) circuito(s) procesador(es) proporcionen pasos para implementar las funciones especificadas en el bloque o bloques.

- 45 Por consiguiente, los bloques soportan combinaciones de medios para realizar las funciones especificadas, las combinaciones de los pasos para realizar las funciones especificadas y las instrucciones de programa para realizar las funciones especificadas. También se entenderá que cada bloque, y las combinaciones de bloques, se pueden implementar mediante sistemas basados en componentes físicos de propósito especial que realizan las funciones o pasos especificados, o las combinaciones de instrucciones de ordenador y componentes físicos de propósito especial.

- 50 En las primeras implementaciones Ethernet de múltiples estaciones, se conectaron a menudo en una configuración de canal principal a un segmento común formado mediante un cable coaxial. La red Ethernet moderna usa cableado

de par trenzado o fibras ópticas para conectar las estaciones en un patrón radial. En lugar de usar un medio compartido para las múltiples estaciones hoy en día se sustituye a menudo por Ethernet conmutada con un segmento dedicado para cada estación. Los segmentos dedicados conectan a un conmutador, que también se puede conectar a otros conmutadores. Un ejemplo de una red Ethernet conmutada 10 se ilustra en la Fig. 1, en donde una serie de estaciones 11 se conectan por medio de segmentos dedicados 12 a los conmutadores Ethernet 13. Los conmutadores Ethernet se disponen para recoger las tramas Ethernet de las estaciones u otros conmutadores, y en base a la información en la trama envían cada trama sobre un segmento adecuado.

En las redes Ethernet la subcapa de Control de Acceso al Medio (MAC) es responsable de encapsular los datos que van a ser transmitidos en tramas que se ensamblan de acuerdo con un formato de paquetes Ethernet especificado. La Fig. 2 ilustra el formato de una trama Ethernet típica 21. La trama 21 consta de los siguientes campos:

- el preámbulo 22a, que consta de 7 octetos (bytes), que es un patrón de alternancia de unos y ceros que dice a la estación de recepción que está viniendo,
- el delimitador del inicio de la trama 22b, que consta de 1 octeto, que es la secuencia 10101011 e indica el inicio de una trama,
- la dirección de destino 23, que consta de 6 octetos que identifica la(s) estación(es) que debería(n) recibir la trama,
- la dirección de la fuente 24, que consta de 6 octetos que identifica la estación remitente,
- el tipo 25, que consta de 2 octetos, indica el tipo de la trama que se envía de entre un número de tipos de tramas opcionales,
- los datos 26, que consta de 42-1500 octetos, contienen los bits de datos de información que van a ser transmitidos o recibidos,
- la secuencia de comprobación de trama 27, que consta de 4 octetos, es una secuencia de bits que se usa para comprobar las tramas dañadas.

La trama Ethernet 21 también comprende un campo opcional adicional de una etiqueta VLAN 28 de 4 octetos que se usa cuando se crean las LAN virtuales basadas en Ethernet.

Un conmutador Ethernet comprende una tabla de conmutación que indica en cuál de los puertos de salida de los conmutadores va a ser sacada una trama dependiendo de la información en uno o varios de los campos de direcciones de las tramas. Normalmente las tramas se conmutan en base a los contenidos del campo de dirección destino, pero muchos conmutadores Ethernet también soportan conmutación en base a los contenidos de otros campos o combinaciones de campos, tales como el campo de dirección de la fuente o la etiqueta VLAN. En una red Ethernet tradicional las tablas de conmutación se gestionan por un plano de control, que hace posible transportar las tramas en un modo de transporte sin conexión.

La presente invención proporciona un nuevo plano de control orientado a conexión, que puede funcionar en la infraestructura Ethernet en paralelo con el plano de control sin conexión tradicional y que puede dotar a la red Ethernet con un modo de transporte orientado a conexión. El plano de control orientado a conexión de acuerdo con la invención puede ser por ejemplo un plano de control tipo MPLS. Por medio del plano de control orientado a conexión se pueden soportar la mayoría de los rasgos de MPLS en las áreas de ingeniería de tráfico, QoS, y protección de trayecto también en redes Ethernet.

La presente invención permite que los componentes físicos de conmutación Ethernet de la técnica previa sean usados para transportar tráfico en un modo orientado a conexión, en paralelo o en lugar de, el modo de transporte sin conexión tradicional. Los componentes físicos de conmutación Ethernet se pueden usar sin alteraciones para el transporte orientado a conexión dado que la trama Ethernet no necesita ser cambiada de acuerdo con la presente invención y la conmutación se basa aún en la información en un campo predeterminado de la trama Ethernet, normalmente el campo de dirección destino. No obstante, la presente invención extiende la semántica de este campo reservando un subconjunto del espacio de direcciones disponible para las etiquetas de trayecto. La nueva etiqueta de trayecto Ethernet se usa para el mismo propósito como por ejemplo una etiqueta de trayecto MPLS, es decir para identificar un trayecto conmutado de etiqueta orientado a conexión. La etiqueta de trayecto funciona como el manejo que permite al plano de control orientado a conexión mejorar la tecnología Ethernet introduciendo un conjunto de rasgos orientados a conexión normalmente ofrecidos por MPLS y ATM.

La Figura 3 ilustra esquemáticamente una realización preferente y el principio de la presente invención. La figura ilustra una infraestructura Ethernet común 30 que incluye los conmutadores Ethernet 31 construidos con componentes físicos Ethernet legados, y encaminadores de borde que conectan la infraestructura Ethernet a otras infraestructuras por medio de los interfaces de infraestructura 32. De acuerdo con la presente invención tanto una red sin conexión 34 como una red orientada a conexión 35 se pueden implementar en la infraestructura Ethernet común 30. La red sin conexión 34 funciona como una red Ethernet tradicional y se controla por un plano de control sin conexión 36 y tiene una interfaz de portador sin conexión (CLBI) 33a. La red orientada a conexión 35 se controla

por un plano de control orientado a conexión 37 de acuerdo con la presente invención y tiene una interfaz de portador orientado a conexión (COBI) 33b. La figura 3 también ilustra esquemáticamente la trama Ethernet 21 que se usa para transportar los datos en la infraestructura Ethernet. El mismo formato de paquete se usa con independencia de si la trama se transporta por medio del modo de transporte sin conexión en la red sin conexión 34 o por medio del modo de transporte orientado a conexión en la red orientada a conexión 35. Cada trama 21 incluye un campo de dirección destino 23, los contenidos del cual determinan cómo conmutan la trama los conmutadores Ethernet.

El espacio de direcciones Ethernet disponible 38, es decir el conjunto de combinaciones de bits que pueden estar contenidos en el campo de dirección destino, se ilustra esquemáticamente en la figura 3 y se indica mediante el número de referencia 38. El espacio de direcciones disponible 38 está dividido de acuerdo con la presente invención entre la red sin conexión 34 y la red orientada a conexión 35. En otras palabras un primer subconjunto 38a de las combinaciones de bits forma las direcciones destino que están asociadas con el transporte sin conexión y un segundo subconjunto 38b de las combinaciones de bits forma las etiquetas de trayecto orientadas a conexión que están asociadas con el transporte orientado a conexión. El plano de control sin conexión 36 dirige el primer subconjunto 38a del espacio de direcciones 38 por medio de una interfaz de control sin conexión (CLCI) 39a, mientras que el plano de control orientado a conexión 37 dirige el segundo subconjunto 38b por medio de una interfaz de control orientado a conexión (COCI) 39b, como se explicará con más detalle de aquí en adelante.

La Figura 4 es un diagrama esquemático que ilustra el procedimiento de conmutación y la relación entre los planos de control sin conexión y orientados a conexión 36, 37 de la Figura 3 con más detalle. El contenido del campo de dirección destino 23 de la trama Ethernet 21 se usa como un índice de búsqueda para una entrada en una tabla de conmutación 40 del conmutador Ethernet 31 que recibe la trama. Esta entrada almacena el puerto del conmutador de salida al que va a ser enviada la trama Ethernet. El plano de control de esta manera controla el reenvío de las tramas Ethernet asignando un puerto de salida a cada índice de búsqueda. En caso de una trama sin conexión, el índice de búsqueda es una dirección MAC tradicional, y en caso de una trama orientada a conexión, el índice de búsqueda es una etiqueta de trayecto, por ejemplo una etiqueta MPLS.

Un gestor del índice de búsqueda 41 asigna subconjuntos no solapados 38a, 38b y del espacio de direcciones 38 de 48 bits a los planos de control 36, 37. Por ello cada tabla de conmutación 40 se separa en un área sin conexión 40a y un área orientada a conexión 40b. Cada trama Ethernet 21 que se inyecta en la red se asocia con un plano de control específico que maneja el servicio de transporte para la trama. La trama también está asignada a un índice de búsqueda del subconjunto del espacio de direcciones que ha sido asignado al plano de control. Hay de esta manera una relación uno a uno entre un índice de búsqueda específico en el campo de dirección destino 23 de una trama Ethernet 21 y el plano de control específico 36 o 37 que controla la entrada correspondiente en la tabla de conmutación 40. Esta entrada describe la acción de conmutación a ser realizada sobre la trama, es decir enviar a un puerto de salida específico.

Usando el gestor de índice de búsqueda 41 de acuerdo con la presente invención, no hay necesidad de ninguna información explícita en la trama Ethernet respecto con qué plano de control 36, 37 está asociada una trama específica. Esta información está implicada por el índice de búsqueda en la trama Ethernet y la asignación de subconjuntos no solapados del espacio de direcciones de 48 bits.

Las líneas discontinuas en la Figura 4 indican los bloques funcionales que son necesarios además de las funciones de conmutación Ethernet legadas para implementar la presente invención. Estos bloques son el plano de control orientado a conexión 37 y el gestor del índice de búsqueda 41. Estos bloques se implementarían típicamente en programas informáticos, de manera que permitan la reutilización de los componentes físicos de Ethernet legados.

Como se mencionó anteriormente, no se requieren cambios en el formato de la trama de Ethernet legada. La única modificación es la interpretación del patrón de bit en el campo de dirección destino 23: o bien es interpretado como una dirección MAC tradicional o bien como una etiqueta de trayecto, dependiendo de a qué subconjunto del espacio de direcciones 38a, 38b pertenezca.

La acción de conmutación realizada en una trama Ethernet 21 sigue el procedimiento usado en los componentes físicos de Ethernet legados, con independencia de si la trama se transporta de una manera sin conexión u orientada a conexión. El procedimiento se perfila en las Figuras 4 y 5 como sigue:

Paso 51: Leer el índice de búsqueda en el campo de la dirección destino 23.

Paso 52: Buscar la entrada correspondiente en la tabla de conmutación 40.

Paso 53: Reenviar la trama al puerto de salida en la entrada de la tabla de conmutación.

El procedimiento de escribir entradas en la tabla de conmutación 40 es el mismo para el plano de control orientado a conexión 37 que para el plano de control sin conexión tradicional 36. En ambos casos es una cuestión de introducir un índice de búsqueda de 48 bits y el puerto de salida correspondiente. Por lo tanto, no son necesarios cambios en los componentes físicos de la tabla de conmutación.

En el caso general, el gestor del índice de búsqueda 41 puede asignar los subconjuntos no solapados 38a, 38b del espacio de direcciones 38 a un número arbitrario de planos de control. Por ejemplo, podría haber varios planos de control orientados a conexión y sin conexión funcionando en paralelo, cada uno usando protocolos de encaminamiento separados. Además, no hay necesidad de un subconjunto asignado que conste de índices de búsqueda consecutivos.

En la realización mostrada en las Figuras 3 y 4 la conmutación se basa en los contenidos del campo de la dirección de destino. Si los componentes físicos soportan conmutación en base a los contenidos de otros campos tales como el campo de la dirección de la fuente 24 o la etiqueta VLAN 28, a continuación el espacio de direcciones de estos campos se puede dividir de acuerdo con la presente invención para permitir el transporte de los distintos paquetes con distintos modos de transporte. De esta manera si los componentes físicos soportan conmutación en base al campo de dirección de la fuente, entonces una realización alternativa de la presente invención puede usar los contenidos del campo de dirección de la fuente para determinar si va a ser transportada o no una trama de una manera sin conexión o una orientada a conexión. La realización alternativa funciona de una manera análoga a la realización descrita en las Figuras 3 y 4 pero conmuta en base al campo de la dirección de la fuente en lugar del campo de la dirección de destino y divide el espacio de la dirección de la fuente en lugar del espacio de la dirección de destino.

Además, en el caso general la acción de la conmutación podría depender de información adicional en la trama Ethernet, tal como la identidad VLAN y los bits de prioridad. La acción de conmutación también incluiría entonces reenviar a un almacenamiento temporal de salida específico correspondiente a un nivel de prioridad específico, y el reenvío también dependería de la configuración VLAN. Para evitar la interferencia entre el tráfico que pertenece a distintos planos de control, las identidades VLAN y los niveles de prioridad se deberían asignar preferentemente de una manera no solapada a los distintos planos de control de una manera similar a la asignación del espacio de direcciones.

El IEEE ha asignado el espacio de direcciones de manera que las tramas asociadas con las direcciones tradicionales MAC únicas globalmente tendrán "x0" como los primeros dos de los 48 bits, mientras que las direcciones administradas localmente tendrán "x1" como los dos primeros bits, donde x=0 en caso de la comunicación unidifusión y x=1 en caso de comunicación multidifusión. Dentro del espacio de direcciones administrado localmente, el operador es libre de asignar direcciones MAC y etiquetas de trayecto de acuerdo con el esquema anterior.

No obstante, si las direcciones MAC únicas globalmente se usan por el plano de control sin conexión, las direcciones se cablean en los componentes físicos Ethernet y de esta manera están más allá del control del gestor de búsqueda. Para evitar solapamiento, cuando se asignan los índices al plano de control orientado a conexión 37, el gestor del índice de búsqueda 41 debería usar en su lugar un subconjunto del espacio de direcciones administrado localmente. Este espacio de direcciones es por definición de no solapamiento con las direcciones administradas globalmente.

Suponemos que el espacio de direcciones está dividido de manera que el primer subconjunto de direcciones asociadas con el plano de control sin conexión comprende direcciones donde el segundo bit de una secuencia de 48 bit es 0, y el segundo subconjunto asociado con el plano de control orientado a conexión comprende direcciones donde el segundo bit de una secuencia de 48 bit es 1. Adicionalmente, suponemos que un conmutador recibe un primer paquete donde el campo de la dirección de destino lee "00..." y corresponde a la dirección de destino de un nodo en la red, y un segundo paquete donde el campo de la dirección de destino lee "01..." y corresponde a una etiqueta de trayecto de un trayecto configurado por el plano de control orientado a conexión. Entonces el primer paquete se transportará de una manera sin conexión y el segundo se transportará de una manera orientada a conexión. El conmutador enviará tanto el primer como el segundo paquete de acuerdo con el mismo procedimiento de conmutación como se ilustra por el diagrama de flujo de la fig. 5, pero dado que el conmutador reenvía los paquetes en base a diferentes entradas en la tabla de conmutación que se controlan por los distintos planos de control, los paquetes se transportarán por distintos modos de transporte.

Cuando el plano de control orientado a conexión configura un trayecto elegirá una etiqueta de trayecto a partir del subconjunto del espacio de direcciones reservado para las etiquetas de trayecto, asigna la etiqueta de trayecto al trayecto, y determina los contenidos de las entradas de la tabla de conmutación asociados con la etiqueta de trayecto en los conmutadores a lo largo del trayecto. Los paquetes a ser transportados a lo largo del trayecto establecido se ensamblan entonces con la etiqueta de trayecto contenida en el campo de la dirección de destino.

El nuevo espacio de etiqueta de trayecto Ethernet 38b se supone que va a ser lo bastante grande para soportar etiquetas que son únicas por dominio Ethernet. El intercambio de etiquetas se puede evitar por ello, lo cual es un requerimiento para la reutilización del HW de conmutación Ethernet existente.

La presente invención se implementa preferentemente modificando los programas informáticos de conmutación Ethernet actuales para introducir el plano de control orientado a conexión 37, que puede ser un plano de control tipo MPLS. Como se explicó anteriormente el plano de control orientado a conexión 37 puede controlar las tablas de conmutación Ethernet 40 en paralelo con el plano de control sin conexión 36, dado que el plano de control sin conexión maneja las entradas que se asocian con el primer subconjunto 38a del espacio de direcciones, mientras

que el plano de control orientado a conexión maneja las entradas dentro del segundo subconjunto 38b del espacio de direcciones que se reserva para las etiquetas de los trayectos. Un conmutador Ethernet 31 puede de esta manera usar ambos planos de control en paralelo, cada plano de control funcionando en su parte separada del espacio de direcciones Ethernet. Una Ethernet física única puede soportar por lo tanto dos redes lógicas 34, 35. Una es sin conexión y usa las direcciones Ethernet tradicionales, y la otra está orientada a conexión y usa el espacio de direcciones, que de acuerdo con la presente invención se reserva para las etiquetas de los trayectos.

Desde una perspectiva del plano de control, una Ethernet complementada con etiquetas de trayecto sería similar a cualquier otra red MPLS. De esta manera si el plano de control orientado a conexión de acuerdo con la presente invención se basa en un plano de control MPLS legado, solamente serían requeridas modificaciones menores. No obstante, se debe introducir un nuevo protocolo de plano de control para la distribución de la información de la etiqueta de trayecto entre los nodos Ethernet. Este protocolo se puede basar en protocolos MPLS actuales, tal como el Protocolo de Distribución de Etiquetas, o en GSMP (Protocolo General de Gestión de Conmutación). Alternativamente el plano de control orientado a conexión se podría basar en un plano de control tipo ATM.

El plano de control orientado a conexión se podría implementar de una forma distribuida de manera que cada nodo de conmutación Ethernet procese mensajes de la señalización de control de encaminamiento desde otros nodos y maneje la actualización de las tablas de conmutación. El plano de control orientado a conexión también se podría implementar en un nodo de control separado (CN) 60, como se ilustra en la figura 6. El nodo de control comunicaría entonces con todos los nodos de conmutación, tanto los conmutadores interiores 61 como los conmutadores de límite 62 sobre la infraestructura de red usando la Interfaz de Control Orientada a Conexión (COCI) para actualizar las tablas de conmutación. La COCI es una interfaz lógica más que una interfaz de red. Los enlaces lógicos 63 sobre la COCI se ilustran con líneas discontinuas en la fig. 6, mientras que los enlaces físicos 64 se ilustran con líneas continuas. La realización mostrada en la fig. 6 permite una separación a través de la COCI de las funciones de reenvío implementadas en los nodos de conmutación 61, 62 a partir de las funciones de control de red situadas en el nodo de control 60.

La comunicación entre el nodo de control y los conmutadores Ethernet es necesaria para configurar la red orientada a conexión. Esto significa que la comunicación es necesaria antes de que se establezcan los trayectos de comunicación de la red orientada a conexión. Este problema de puesta en marcha del establecimiento de la comunicación para la configuración inicial de la red orientada a conexión se puede resolver usando una Ethernet tradicional sin conexión de autoconfiguración implementada en la misma infraestructura física. La Ethernet tradicional sin conexión a menudo comprende una función para la autoconfiguración distribuida de la red. Es de esta manera ventajosa si la información con respecto a la topología de la red que ha sido recogida por la función de autoconfiguración de la red sin conexión pudiera ser utilizada también por la red orientada a conexión. Si la red sin conexión soporta una comunicación entre el nodo de control y los conmutadores Ethernet, el nodo de control puede extraer información de los conmutadores acerca de la topología de red y los recursos del enlace, para configurar los trayectos orientados a conexión. De esta manera una gestión simplista se puede obtener combinando el soporte para la autoconfiguración distribuida de la Ethernet tradicional con las herramientas de gestión automatizadas que configuran el plano de control orientado a conexión sobre las interfaces de control establecidas.

La Fig. 7 es un diagrama de flujo que ilustra los pasos implicados en un método preferente de configuración de una red que permite tanto el transporte sin conexión como orientado a conexión de acuerdo con la presente invención. En un primer paso 71, los conmutadores de la red se instalan y se interconectan. La conectividad sin conexión se establece en un paso 72 en base al soporte de autoconfiguración de la técnica anterior tal como los conmutadores de auto aprendizaje Ethernet y el Protocolo de Árbol de Expansión. A partir de entonces, se establece la conectividad sin conexión entre el nodo de control y todos los conmutadores de la red en un paso 73 y el nodo de control extrae información de los conmutadores acerca de la topología y los recursos del enlace de la red sin conexión. En un paso adicional 74, el nodo de control construye un mapa de la red en base a la información de los conmutadores. Finalmente, en un paso 75, el nodo de control configura los trayectos orientados a conexión que por ejemplo corresponden a las Especificaciones de Nivel de Servicio (SLS) vendidas por el operador. La configuración de los trayectos orientados a conexión se realiza por el nodo de control que comunica con los conmutadores usando por ejemplo GSMP para controlar los contenidos de las tablas de conmutación de los conmutadores de manera que los conmutadores reenviarán las tramas adecuadas correctamente a lo largo de los trayectos orientados a conexión. Después de la configuración inicial, el nodo de control puede manejar las peticiones presentadas por el operador para nuevos trayectos asociados con las nuevas SLS. El nodo de control hace el seguimiento de los recursos de red que ya están reservados para los trayectos asociados con las SLS activas, y realiza el control de admisión comprobando si hay suficientes recursos dejados para nuevas SLS.

Vale la pena señalar que dado que una red Ethernet tradicional carece de un protocolo de encaminamiento con un mecanismo de prevención de bucle el protocolo de Árbol de Expansión puede, durante la configuración, deshabilitar algunos enlaces físicos para usar por la red sin conexión para impedir los bucles. No obstante, si la red orientada a conexión se dota con un mecanismo de prevención de bucle adecuado para los trayectos orientados a conexión o si el nodo de control tiene una descripción completa de la red, los trayectos orientados a conexión pueden usar enlaces que se han deshabilitado para el uso por la red sin conexión.

Si el plano de control orientado a conexión se distribuye a cada nodo de conmutación, los componentes físicos del

5 conmutador Ethernet existentes pueden necesitar una actualización de la capacidad del procesador de control. La ventaja de usar un código de control que maneja la mayoría del procesamiento de control es que probablemente no se requiere esta actualización. Los conmutadores Ethernet existentes necesitarían entonces solamente la modificación menor de incluir el soporte para la COCI, que preferentemente se implementa por medio de la modificación del programa informático del conmutador.

La reserva de un espacio de direcciones Ethernet para las etiquetas de trayecto puede llegar a ser o no un problema de estandarización. Una solución alternativa sería introducir un mecanismo que detecte las direcciones Ethernet que se usan para conmutación sin conexión tradicional dentro de la red Ethernet de interés. Las direcciones que no están en uso se pueden tomar prestadas entonces y usar para las etiquetas de trayecto.

10 Las realizaciones de la presente invención basadas en una infraestructura Ethernet se han descrito anteriormente. No obstante la presente invención no se limita a la tecnología Ethernet. La invención también se puede aplicar a otros protocolos sin conexión, tales como IP. Un plano de control orientado a conexión controlaría entonces las etiquetas de trayecto en un campo predeterminado del paquete IP tal como el campo de la dirección de destino del paquete IP, y en las tablas de reenvío de los encaminadores IP de una manera análoga a las realizaciones Ethernet descritas anteriormente. Esto permitiría el transporte del paquete IP orientado a conexión en paralelo con el encaminamiento IP sin conexión tradicional, usando el formato del paquete IP legado y usando encaminadores IP legados con un plano de control modificado. Un subconjunto del espacio de direcciones IP tendría que ser reservado entonces para las etiquetas de trayecto. La presente invención también se puede implementar en base a otros protocolos para los que es posible reservar un subconjunto de un espacio de direcciones asignado para las etiquetas de trayecto.

Una realización preferente de la presente invención incluye un plano de control orientado a conexión que usa un subconjunto del plano de control para MPLS que incluye los mecanismos implicados en la configuración de la VPN.

25 Los mecanismos básicos en MPLS usan etiquetas. Si el plano de control orientado a conexión de acuerdo con la presente invención va a estar basado en el plano de control MPLS, entonces el concepto para las etiquetas de trayecto usado de acuerdo con la presente invención debería ser similar al concepto de etiqueta para MPLS.

La etiqueta genérica MPLS es una cabecera "cuña" de 32 bit de longitud que encapsula la carga útil. La etiqueta es única dentro de un cierto contexto, por ejemplo enlace o VPN. Se pueden construir estructuras de red complejas apilando las cabeceras en varias capas de etiquetas. La etiqueta más externa se usa para seleccionar trayectos en una red MPLS. Normalmente hay una malla de túneles, llamados Trayectos Conmutados de Etiquetas (LSP), entre todos los nodos de borde en una red de proveedor. Cada LSP se define por la etiqueta de circuito virtual MPLS más externa, la cual se conmuta en cada Encaminador Conmutado de Etiquetas (LSR). Se puede determinar mediante protocolos de encaminamiento, por ejemplo OSPF, o protocolos de ingeniería de tráfico, por ejemplo RSVP-TE. El propósito de la malla de los LSP es crear una red solapada, de manera que cada salto PE – PE parece ser una conexión de un salto.

35 Las etiquetas apiladas se pueden usar para concentración de enlaces, cuando hay muchos LSP entre dos nodos. Las etiquetas se adjuntan a la pila con un mecanismo de empujar y extraer, usado donde se terminan los LSP. Puede haber muchos niveles de concentración de enlaces.

40 De acuerdo con la presente invención el campo de dirección de destino en la trama Ethernet se puede usar por ejemplo como una etiqueta de trayecto, aunque esta etiqueta no se intercambia sino que se conmuta dentro de la red. Para ser capaz de usar más de una etiqueta el campo de dirección de destino se puede dividir en varias etiquetas. No obstante el campo de dirección de destino tiene solamente 48 bits de longitud. Si todas las direcciones administradas localmente se usan para la red orientada a conexión de acuerdo con la invención, entonces están disponibles 46 bits, que aún contienen un máximo de una etiqueta MPLS.

45 Esto se puede resolver no usando la etiqueta MPLS genérica. La Arquitectura MPLS permite otras definiciones de las etiquetas. Las etiquetas usadas de acuerdo con la presente invención se puede definir con longitud variable que depende del contexto, por ejemplo una etiqueta usada solamente para la concentración de enlaces puede ser muy corta, mientras que una etiqueta usada para la identificación VPN puede ser más larga. Dado que las etiquetas no se intercambian cuando se reenvían las tramas, no hay necesidad de estandarizar ninguna longitud fija de las etiquetas. Las longitudes de las etiquetas se pueden calcular y señalar entre los nodos de borde para cada configuración del trayecto orientado a conexión. En este sentido se pueden apilar varias etiquetas en el campo de dirección de destino, aunque no un número ilimitado.

55 Hay un problema de escalabilidad implicado cuando se usan etiquetas apiladas en una realización de la presente invención en base a una infraestructura Ethernet. Normalmente el reenvío Ethernet no es agregado, así que las etiquetas no se pueden usar para tráfico de concentración de enlaces. Esto significa que puede haber una gran cantidad de entradas en la tabla de conmutación de los conmutadores Ethernet. Esto puede ser evitado usando un mecanismo de enmascaramiento en el conmutador, que solamente mira a una parte del campo de dirección de destino. Otra alternativa es usar el campo VLAN de la trama Ethernet como una etiqueta de trayecto si los componentes físicos de conmutación soportan conmutación basada en el campo VLAN.

La posibilidad de proporcionar transporte orientado a conexión del tráfico en una infraestructura tradicionalmente sin conexión logrado por la presente invención es deseable en muchas aplicaciones de red distintas. Algunos casos de uso ejemplares de la presente invención se describirán con más detalle de aquí en adelante.

5 Un caso de uso básico de la presente invención se muestra en la Fig. 8, la cual muestra una red Ethernet 81 en la que se implementa la presente invención. La red Ethernet está controlada de acuerdo con la presente invención tanto por un plano de control sin conexión como por un plano de control orientado a conexión que permite tanto el transporte de tramas sin conexión como orientado a conexión a través de la red como se explicó anteriormente. La red Ethernet 81 comprende una serie de conmutadores interiores 82 y conecta a una red IP circundante 83 por medio de los encaminadores de borde 84. La presente invención hace posible configurar los trayectos orientados a conexión 85 borde a borde sobre la red Ethernet 81 para interconectar los encaminadores de borde 84. La conectividad sin conexión de la red Ethernet 81 se puede utilizar para señalización de control durante la configuración inicial de los trayectos orientados a conexión 85. Como se mencionó anteriormente, la conectividad se establece preferentemente por los mecanismos de autoconfiguración Ethernet tradicionales. Esto facilita la configuración comparado con las redes orientadas a conexión de la técnica anterior donde los canales de señalización de control o bien se deben configurar manualmente o bien utilizan un mecanismo de meta-señalización dedicado.

Un segundo caso de uso de la presente invención es usarla para configurar una VPN (Red Privada Virtual). Un operado puede crear túneles entre emplazamientos de cliente distantes para crear una VPN. Los túneles se pueden establecer mediante trayectos que se configuran en una red que funciona de acuerdo con los principios de la presente invención, lo que hace posible de esta manera basar la red por ejemplo en la infraestructura Ethernet o IP. La red que funciona de acuerdo con los principios de la presente invención se puede disponer para proporcionar los mismos rasgos que una red MPLS con respecto a la capacidad de transportar distintos tipos de carga útil y tunelizar distintos tipos de tramas. Por lo tanto tal red en la que se implementa la presente invención se puede usar para realizar las VPN de la misma forma que cualquier red MPLS habitual. Dado que el plano de control orientado a conexión de acuerdo con la presente invención puede ser un plano de control tipo MPLS, puede ser posible configurar las VPN a través de múltiples dominios usando la señalización MPLS como se ilustra en la fig. 9. La Fig. 9 muestra una red 91 que es una red Ethernet la cual de acuerdo con la presente invención se complementa con un plano de control orientado a conexión para permitir el transporte orientado a conexión sobre la red. Este tipo de red de aquí en adelante se llama una red Ethernet Conmutada de Etiquetas (LSE). La red LSE 91 o el dominio LSE se interconecta con un dominio MPLS 92 de acuerdo con la técnica anterior. Un plano de control super-ordenado 93 se puede disponer lo cual hace posible crear las VPN a través de los dominios MPLS y LSE 91 y 92. El plano de control super-ordenado preferentemente no tendrá en cuenta si los nodos son nodos MPLS o LSE. En una adaptación tal como se muestra en la fig. 9, los encaminadores de borde 94 pueden ser o bien de tipo MPLS o bien LSE. Los conmutadores interiores entre los encaminadores de borde 94 serán o bien un conmutador tipo MPLS 95a, un conmutador tipo LSE 95b o bien un puente 95c con una interfaz MPLS en un lado y una interfaz LSE en el otro lado. El puente 95c es considerado por el plano de control super-ordenado 93 como cualquier conmutador interior habitual en la red. El plano de control super-ordenado 93 también puede extender múltiples dominios del mismo tipo, por ejemplo múltiples dominios LSE.

Un tercer ejemplo de una aplicación en la que puede ser ventajoso usar la presente invención es en una red de acceso de banda ancha 101 para conectar LAN domésticas 102 a un proveedor de contenidos o servicios 103 como se muestra en la fig. 10. La red de acceso de banda ancha se supone aquí que va a ser una red LSE. Las LAN domésticas se conectan a un punto de acceso 104 que es un encaminador de borde LSE que funciona como un nodo de agregación local. En el punto de acceso hay un puente entre las LAN domésticas y los trayectos configurado a través de la red de acceso de banda ancha 101 a un nodo de borde de acceso 105. Cada trayecto es una VPN a la que se asigna cada LAN doméstica. De esta manera cada LAN doméstica 102 está conectada a una VPN separada hasta el nodo de borde de acceso 105. El nodo de borde de acceso 105 conecta la red de acceso de banda ancha 101 a una troncal del proveedor 106 que aquí se supone que va a ser un dominio MPLS. Adicionalmente se supone aquí que una serie de proveedores de contenidos/servicios 103 están conectados a los encaminadores de borde 107 en la troncal del proveedor 106. Cada proveedor de contenidos/servicios tiene un trayecto establecido desde su encaminador de borde 107 al nodo de borde de acceso 105. Dentro de cada uno de tal trayecto entre un encaminador de borde 107 y el nodo de borde de acceso 105 hay VPN desde los proveedores de contenidos/servicios 103 al nodo de borde de acceso 105. Un proveedor de acceso de esta manera puede configurar las VPN extendiendo todo el camino desde la LAN doméstica al proveedor de contenidos/servicios. La ventaja de hacer uso de la presente invención en la red de acceso de banda ancha es que la red de acceso de banda ancha se puede basar en componentes físicos bastante baratos tales como los componentes físicos Ethernet y aún proporcionar rasgos orientados a conexión, tales como rasgos de la VPN que normalmente solamente se abordan mediante componentes físicos más caros específicamente adaptados para aplicaciones orientadas a conexión.

A partir de la descripción anterior ha llegado a ser evidente que la presente invención hace posible combinar las mejores partes de las tecnologías para el transporte sin conexión y el transporte orientado a conexión haciendo posible usar la infraestructura de bajo coste de una red sin conexión tradicional para implementar una red orientada a conexión que permite tales rasgos como ingeniería de tráfico, control de la QoS y protección del trayecto. Las realizaciones de la presente invención mejoran la tecnología Ethernet complementando su plano de control actual

con un plano de control tipo MPLS. Un modo orientado a conexión de reenvío de tramas Ethernet se puede soportar por ello en paralelo con el modo sin conexión tradicional en la misma infraestructura Ethernet legada.

5 En los dibujos y la especificación, han sido reveladas las realizaciones preferentes típicas de la invención y, aunque se emplean términos específicos, se usan en un sentido genérico y descriptivo solamente y no para propósitos de limitación, el alcance de la invención que se fija en adelante en las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un nodo de red (31) para una red Ethernet (30) que tiene una infraestructura de red para reenviar tramas Ethernet (21), la infraestructura de red que comprende una pluralidad de nodos de red (31), en el que

5 un conjunto de direcciones (38b) que tiene un formato de direcciones predeterminado (23, 24, 28) está asignado a la infraestructura de red, y

el nodo de red (31) está dispuesto para reenviar una trama Ethernet (21) que tiene una dirección que pertenece a dicho conjunto de direcciones (38b) por un modo de transporte orientado a conexión,

caracterizado por

10 dicho conjunto de direcciones (38b) es un subconjunto de un espacio de direcciones Ethernet disponible (38) y está asociado con un plano de control orientado a conexión (37) que permite y que controla el transporte orientado a conexión de las tramas Ethernet (21) a través de dicha red (30), y

dicho formato de direcciones predeterminado es el formato de uno de un campo de dirección de destino (23), un campo de dirección de fuente (24), o una etiqueta de red de área local virtual, VLAN, (28) de la trama Ethernet (21).

15 2. El nodo de red (31) de acuerdo con la reivindicación 1,

en el que el plano de control orientado a conexión (37) está dispuesto para controlar los contenidos de una parte (40b) de la tabla de conmutación (40) del nodo de red, cuya parte se refiere a dicho conjunto de direcciones (38b), que controla por ello una serie de entradas que asocian una serie de dichas direcciones con una ubicación de salida respectiva del nodo de red que permite al nodo de red reenviar una trama Ethernet a la ubicación de salida asociada con la dirección de la trama Ethernet.

20 3. El nodo de red (31) de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el plano de control orientado a conexión (37) controla los contenidos de la tabla de conmutación (40) del nodo de red decidiendo qué puerto de salida del nodo de red (31) va a ser asociado con qué dirección en la tabla de conmutación del nodo de red, disponiendo por ello la salida de las tramas por el nodo de red al puerto de salida que está asociado, en la tabla de conmutación del nodo de red, con la dirección de la trama Ethernet.

25 4. El nodo de red (31) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que una dirección de dicho conjunto de direcciones (38b) representa una etiqueta de trayecto de una conexión entre el nodo de red y un nodo destino o una etiqueta de trayecto de una conexión entre un nodo fuente y el nodo de red establecido por el plano de control orientado a conexión (37).

30 5. El nodo de red (31) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha red Ethernet incluye una función de autoconfiguración para configurar automáticamente una red sin conexión, y en el que dicho plano de control orientado a conexión (37) está adaptado para configurar una red orientada a conexión en dicha red Ethernet:

extrayendo información sobre la topología y recursos de enlace de la red sin conexión a partir de información de red derivada por dicha función de autoconfiguración,

35 construyendo un mapa de la red en base a la información, y

configurando los trayectos orientados a conexión.

6. El nodo de red (31) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el plano de control orientado a conexión (37) está basado en un plano de control de conmutación de etiquetas multi-protocolo, MPLS, legado.

40 7. El nodo de red (31) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho plano de control orientado a conexión está implementado usando instrucciones de programa legible por ordenador.

8. Un método en una red Ethernet (30) que comprende una pluralidad de nodos de red (31) para reenvío de tramas Ethernet (21), en el que.

un conjunto de direcciones (38b) que tiene un formato de direcciones predeterminado (23, 24, 28) está asignado a la red (30),

45 el método que comprende:

reenviar una trama Ethernet (21) que tiene una dirección que pertenece a dicho conjunto de direcciones (38b) a través de la red mediante un modo de transporte orientado a conexión, **caracterizado por**

dicho conjunto de direcciones (38b) es un subconjunto de un espacio de direcciones Ethernet disponible (38) y está asociado con un plano de control orientado a conexión que permite y que controla el transporte orientado a

conexión de los paquetes de datos o las tramas a través de dicha red (30), y

dicho formato de direcciones predeterminado es el formato de uno de un campo de dirección de destino (23), un campo de dirección de fuente (24), o una etiqueta de red de área local virtual, VLAN, (28) de la trama Ethernet (21).

- 5 **9.** El método de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el plano de control orientado a conexión (37) está dispuesto para controlar los contenidos de una parte (40b) de la tabla de conmutación (40) del nodo de red, cuya parte se refiere a dicho conjunto (38b) de direcciones, y el método que además comprende:

10 controlar una serie de entradas que asocian una serie de dichas direcciones con una localización de salida respectiva del nodo de red que permite al nodo de red reenviar una trama Ethernet a la ubicación de salida asociada con la dirección de la trama Ethernet.

- 10.** El método de acuerdo con la reivindicación 9, el método que además comprende:

el plano de control orientado a conexión (37) que controla los contenidos de la tabla de conmutación (40) del nodo de red decidiendo qué puerto de salida del nodo de red va a estar asociado con qué dirección en la tabla de conmutación del nodo de red (31), y

- 15 sacar las tramas mediante el nodo de red al puerto de salida que está asociado, en la tabla de conmutación (40) del nodo de red (31), con la dirección de la trama Ethernet.

- 20 **11.** El método de acuerdo con la reivindicación 9, en el que una dirección de dicho conjunto (38b) de direcciones representa una etiqueta de trayecto de una conexión entre el nodo de red (31) y un nodo destino o una etiqueta de trayecto de una conexión entre un nodo fuente y el nodo de red establecido por el plano de control orientado a conexión.

- 12.** El método de acuerdo con la reivindicación 8, en el que dicha red Ethernet (30) incluye una función de autoconfiguración para configurar automáticamente una red sin conexión, y en el que dicho plano de control orientado a conexión está dispuesto para configurar una red orientada a conexión en dicha red Ethernet:

25 extrayendo información sobre la topología y recursos de enlace de la red sin conexión a partir de información de red derivada por dicha función de autoconfiguración,

construyendo un mapa de la red en base a la información, y

configurando los trayectos orientados a conexión.

- 13.** El método de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el plano de control orientado a conexión (37) está basado en un plano de control de conmutación de etiquetas multi-protocolo, MPLS, legado.

- 30 **14.** El método de acuerdo con la reivindicación 8, en el que dicho plano de control orientado a conexión está implementado en un nodo de control que comunica con el nodo de red usando al menos una interfaz de señalización.

- 15.** El método de acuerdo con la reivindicación 8, en el que dicho plano de control orientado a conexión está distribuido entre los nodos de red (31).

- 35 **16.** El método de acuerdo con la reivindicación 8, en el que en el que dicho plano de control orientado a conexión está implementado usando instrucciones de programa legible por ordenador.

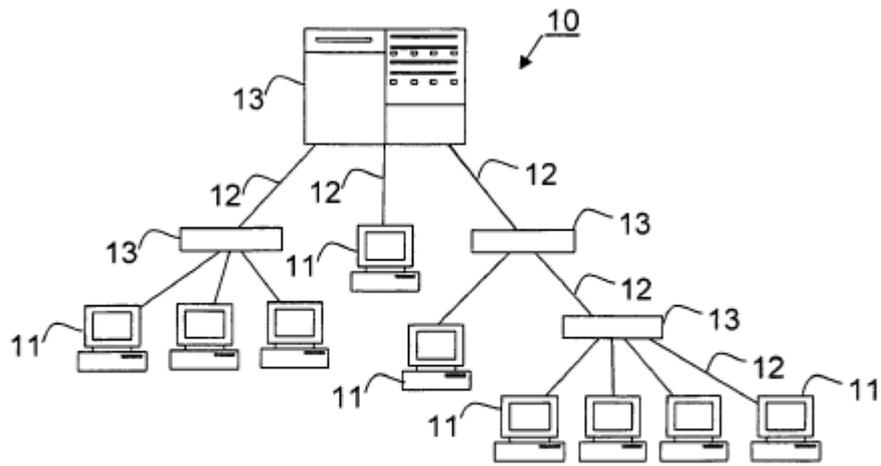


Fig. 1

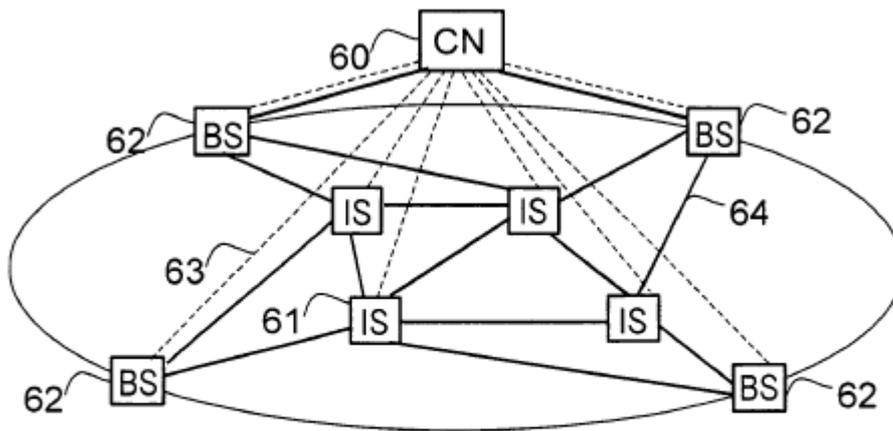


Fig. 6

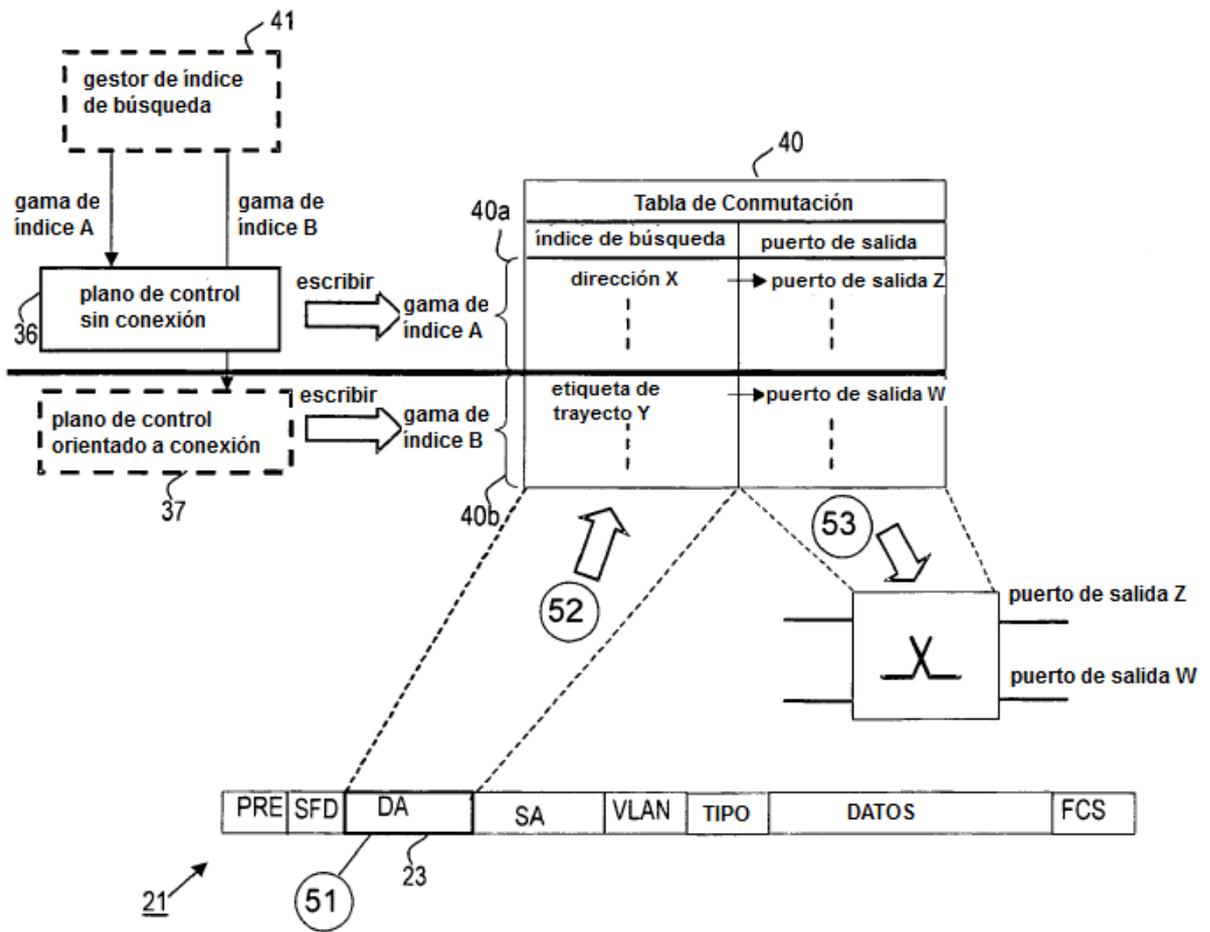


Fig. 4

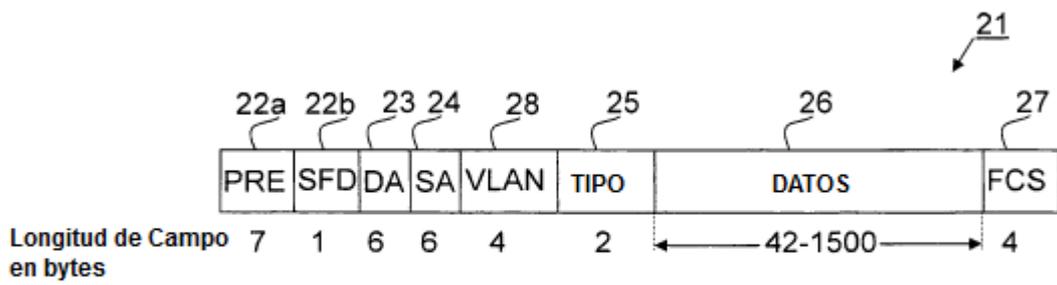


Fig. 2

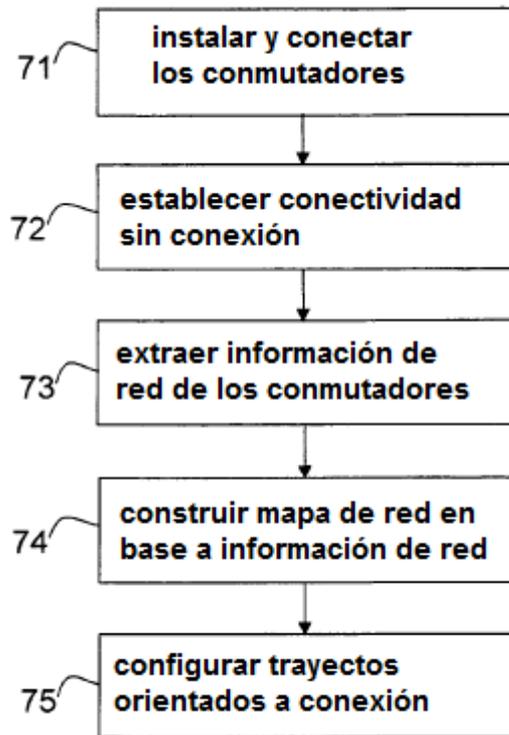


Fig. 7

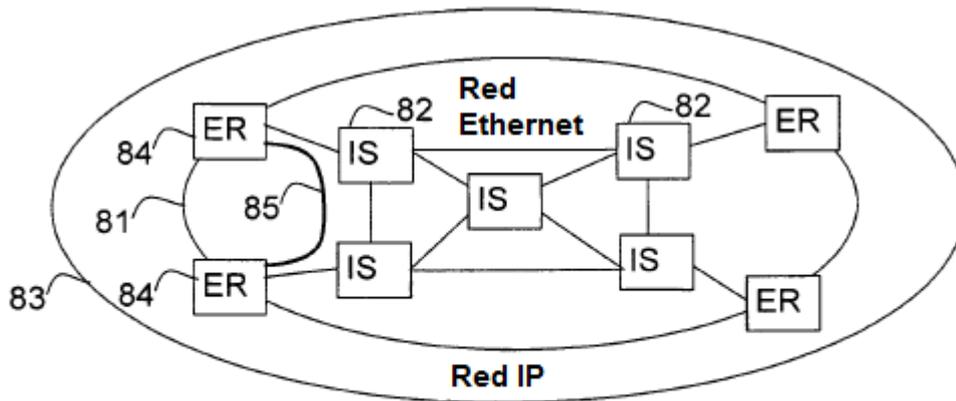


Fig. 8

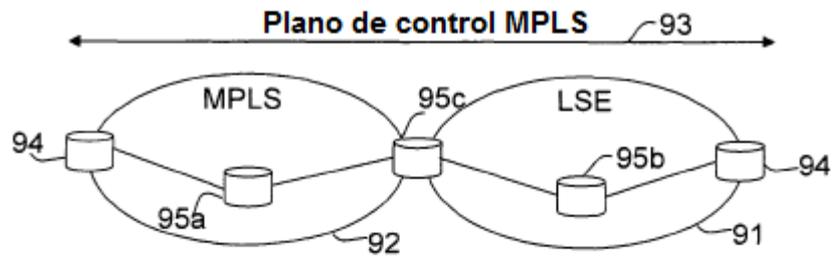


Fig. 9

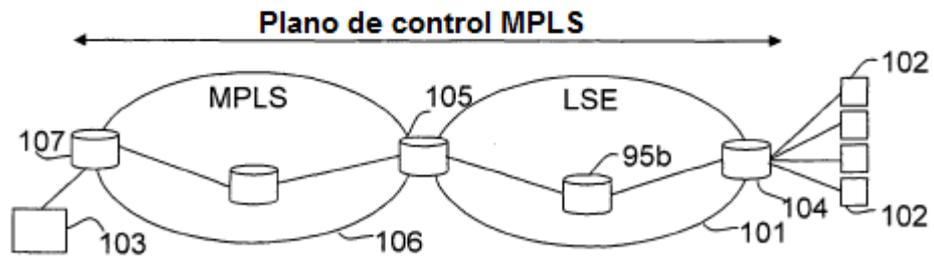


Fig. 10