

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 383 827**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07702287 .9**
96 Fecha de presentación: **06.02.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **1986370**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.10.2008**

54 Título: **Sistema de control, método de transmisión de mensaje de datos y dispositivo de red Ethernet**

30 Prioridad:
10.02.2006 CN 200610003098

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
26.06.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
26.06.2012

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

72 Inventor/es:
HE, Jianfei

74 Agente/Representante:
Lehmann Novo, Isabel

ES 2 383 827 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

Sistema de control, método de transmisión de mensaje de datos y dispositivo de red Ethernet.

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere al campo de las tecnologías de comunicaciones de redes y en particular a un sistema de control, un método para la transmisión de un paquete de datos y un dispositivo de red en una red Ethernet.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Un sistema Ethernet incluye tres subsistemas, esto es, un sistema de reenvío de datos, un sistema de control y un sistema de gestión. El sistema de reenvío de datos se refiere como un sistema de datos en forma abreviada. Los tres subsistemas se refieren también como plano de datos, un plano de control y un plano de gestión, respectivamente.

15 El plano de datos reenvía un paquete de datos de usuario y realiza directamente el procesamiento pertinente. El plano de control no procesa directamente el paquete de datos del usuario, sino que adquiere una topología de red con el uso de un protocolo de control tal como el Protocolo de Árbol de Expansión/Protocolo de Registro Múltiple/Protocolo de Descubrimiento de Capa de Enlace (STP/MRP/LLDP), para proporcionar configuraciones de parámetros pertinentes y el estado para el establecimiento de conexión de un flujo de datos de usuario y para garantizar la fiabilidad del establecimiento de conexión. El plano de gestión está adaptado para realizar la configuración de parámetros para el plano de datos y el plano de control y para iniciar operativamente un evento de tarea.

20 El protocolo STP, como un protocolo de control de capa 2 de la red Ethernet, es un protocolo de árbol de expansión distribuido. En conformidad con el protocolo STP, se construye un árbol transfiriendo un mensaje de árbol de expansión, esto es, una Unidad de Datos de Protocolos de Puentes (BPDU), entre puentes. Además, en la construcción del árbol, cada puente conoce solamente el puerto raíz y los puertos designados del árbol en este puente.

25 En una red tradicional interconectada a través de puentes Ethernet, el reenvío de un paquete de datos de usuario se realiza en una manera sin conexión, que se caracteriza principalmente como sigue.

- 30 1. Un árbol es objeto de expansión por intermedio del protocolo de control en una red de puentado y el paquete de datos del usuario debe reenviarse a lo largo del árbol expandido.
- 35 2. El establecimiento de una ruta de reenvío de datos del paquete de datos de usuario se control por el flujo de datos de usuario. Cuando el paquete de datos de usuario alcanza la red de puentado, el plano de datos adquiere una ruta de reenvío a través del autoaprendizaje de la dirección origen.
- 40 3. Cuando el paquete de datos de usuario alcanza la red de puentado, si la ruta de reenvío para la dirección de destino del paquete de datos de usuario no ha sido objeto de aprendizaje, el paquete de datos se difunde en el árbol; de no ser así, el paquete de datos de usuario se reenvía a lo largo de la ruta aprendida.

45 Cuando se diseñan soluciones técnicas de la presente invención, el inventor encontró que un sistema Ethernet tradicional tiene los inconvenientes siguientes.

- 50 1. El sistema Ethernet tradicional no puede proporcionar un servicio de ingeniería de tráfico, que resulta de la utilización de la tecnología sin conexión. Dicho de otro modo, resulta imposible proporcionar un servicio fiable que cumpla los requisitos de un usuario mediante la utilización optimizada de recursos de red en conformidad con los requisitos de un servicio de usuario y las condiciones de los recursos de redes.
- 55 2. Con el fin de evitar la formación de un bucle invertido, la red Ethernet tradicional reenvía un paquete de datos de usuario a través de un árbol expandido que es una topología obtenida recortando la topología de una red de puentado. En consecuencia, algunos enlaces de la red de puentado se bloquean y no se pueden utilizar efectivamente los recursos de topología de red.
- 60 3. La red Ethernet tradicional utiliza el Protocolo de Árbol de Expansión y genera una topología común dentro de la red de puentado a través de una operación distribuida. Sin embargo, un proceso de elección se requiere para determinar la raíz del árbol, lo que da lugar a un largo tiempo de convergencia para la expansión del árbol y una baja eficiencia de recuperación de un servicio cuando se produce un fallo en la red.

Actualmente, la tecnología de Conmutación de Etiquetas Multiprotocolo (MPLS) se aplica a dispositivos Ethernet para permitir a la red Ethernet soportar la ingeniería de tráfico en el plano de datos.

65 Puesto que la tecnología de MPLS cambia la estructura de encapsulación en el plano de datos de la red Ethernet tradicional, la tecnología de MPLS se ha desviado con respecto a la tecnología Ethernet en términos del plano de datos. Por lo tanto, la tecnología de MPLS no se puede aplicar, de forma compatible, a los dispositivos Ethernet existentes.

actualmente, no se ha prestado ninguna consideración a la forma de extender la aplicación de un protocolo de control de MPLS a una red Ethernet. En consecuencia, un sistema Ethernet no puede todavía soportar el establecimiento automático de una ruta de etiquetas conmutadas (LSP).

5 En el proyecto de preinvestigación del plano de control de conmutación de etiquetas multiprotocolo generalizada (GMPLS) para la conmutación de etiquetas Ethernet punto a punto (GELS), se está realizando una investigación sobre cómo extender GMPLS a una red Ethernet, para realizar la conmutación de etiquetas en la red Ethernet y para cumplir los requisitos de ingeniería de tráfico y similares.

10 En el proyecto de preinvestigación de GELS, las ideas técnicas esenciales de la investigación son principalmente como sigue.

1. Sin modificar la estructura de encapsulación de datos existente de la red Ethernet, un identificador de Red de Área Local Virtual (VLAN) más una Dirección de Control de Acceso a Medios (MAC) se utiliza como una etiqueta de reenvío y la ruta a la etiqueta de reenvío se establece por el plano de control.

2. Para permitir el establecimiento automático de la ruta a la etiqueta de reenvío en la red Ethernet, necesita extender el protocolo de control existente de GMPLS para ser aplicable en el sistema Ethernet.

20 La tecnología Ethernet tradicional es relativamente simple, por lo que el dispositivo Ethernet tiene ventajas de bajo coste, aplicación flexible, comodidad y otras características similares. Sin embargo, el GELS abandona sustancialmente el protocolo de control de capa 2 de la red Ethernet tradicional y utiliza protocolos relativamente complicados para señalización, encaminamiento, etc., para controlar la red Ethernet. Además, el GELS soporta varias capacidades de conmutación. Por lo tanto, el coste del dispositivo de Ethernet así como el coste de mantenimiento y elementos similares aumentan en consecuencia.

Actualmente, existe otra solución basada en las mejoras de la tecnología Ethernet existente. La solución obtiene una topología de red a través de un protocolo de estado de enlace tal como Primera Ruta Más Corta Abierta (OSPF) o Sistema Intermedio-Sistema Intermedio (IS -IS). La topología de red obtenida se utiliza para: (1) calcular una ruta más corta para reenviar un paquete de datos de unidifusión y (2) calcular un árbol para reenviar un paquete de datos de difusión o un paquete de datos de multidifusión.

La solución mejorada proporcionar un algoritmo para calcular un árbol expandido en función de la información de topología de la red completa. Este algoritmo puede calcular una ruta más corta entre cualesquiera dos nodos para un paquete de datos de unidifusión y también proporcionar una ruta de árbol requerida para enviar un paquete de datos de multidifusión o un paquete de datos de difusión.

La solución mejorada habilita una función de encaminamiento de la ruta más corta similar a la de una red de protocolo IP. Sin embargo, en el encaminamiento y en el direccionamiento, una dirección MAC de un puente, en lugar de una dirección MAC de un terminal se utiliza a este respecto. Esta solución mejorada crea una tabla de reenvío de datos en función de las direcciones de destino solamente, sin tener en cuenta los requisitos de recursos del ancho de banda de un flujo de datos de servicio extremo a extremo y no puede poner en práctica la ingeniería de tráfico Ethernet en conformidad con la utilización de los recursos de red y de los requisitos de servicio.

45 El documento US 2006/002370 A1 da a conocer una arquitectura de plano de control/plano de transporte para controlar la red portadora de Ethernet. Un plano de control Ethernet que comprende varios controladores de conexión (CCs) se utiliza para configurar tablas de reenvío en dispositivos de conmutación de Ethernet. Cada CC controla la conmutación de su conmutador respectivo utilizando la Señalización de Interfaz de Control de Conexión (CCI).

50 SUMARIO DE LA INVENCION

Un sistema de control, un método para transportar un paquete de datos y un dispositivo de red en una red Ethernet se dan a conocer en formas de realización de la presente invención, de modo que la red Ethernet pueda soportar la ingeniería de tráfico de forma conveniente y a bajo coste.

La presente invención da a conocer un sistema de control en una red Ethernet. El sistema de control incluye una entidad de control de ruta y una entidad de control de ruta de reenvío de elemento de control de conexión.

La entidad de control de ruta está adaptada para adquirir información de enlace de la red Ethernet que se obtiene a través de un protocolo de control de capa 2 de la red Ethernet, para establecer y mantener una topología de red de la red Ethernet en función de la información de enlace en una forma centralizada y para calcular una ruta entre puentes extremos de una conexión para una demanda de establecimiento de conexión recibida por el sistema de control en conformidad con la topología de red.

65 El elemento de control de conexión está adaptado para adquirir, a la recepción de una demanda de establecimiento de conexión, la información de ruta de una conexión que se necesita establecer desde la entidad de control de ruta y para

enviar una demanda de utilización de registro de etiqueta o una demanda de liberación de registro de etiqueta de las entidades de gestión de enlace correspondientes a los puentes a través de los que pasa la ruta.

La entidad de control de ruta incluye un módulo de mantenimiento de topología de red y un módulo de cálculo de ruta.

5 El módulo de mantenimiento de topología de red está adaptado para establecer y mantener información de la topología de red de la red Ethernet en función de la información de enlace recibida desde las entidades de gestión de enlace y para modificar la información de la topología de red en función de la información de ruta de la conexión que necesita establecerse o liberarse.

10 El módulo de cálculo de ruta está adaptado para calcular y proporcionar la información de ruta de la conexión que necesita establecerse al elemento de control de conexión en función de la información de la topología de red.

15 Cada una de las entidades de gestión de enlace es una entidad de control distribuido y está situada en un dispositivo de puente o de forma autónoma con un dispositivo de puente.

El elemento de control de conexión es de una estructura centralizada o de una estructura de tipo 'padre-hijo'.

20 Si es de la estructura centralizada, el elemento de control de conexión controla una conexión de una pluralidad de puentes en la red de puenteado. El elemento de control de conexión, que utiliza la estructura centralizada, es una entidad de control centralizada.

Si es de la estructura de 'padre-hijo', el elemento de control de conexión incluye un elemento de control de conexión padre y elementos de control de conexión hijos, cuyo número corresponde al número de los puentes.

25 El elemento de control de conexión padre es una entidad de control centralizada. A la recepción de una demanda de establecimiento de conexión o una demanda de liberación de conexión, el elemento de control de conexión padre adquiere la información de ruta de la conexión que necesita establecerse o liberarse y envía información de configuración de conexión a cada uno de los elementos de control de conexión hijos que corresponden a los puentes por los que pasa la ruta.

30 Los elementos de control de conexión hijos utilizan una forma de control distribuido y son entidades de control distribuido. Cada uno de los elementos de control de conexión hijos controla un puente único correspondiente al elemento de control de conexión hijo. Cada uno de los elementos de control de conexión hijo envía una demanda de utilización de registro de etiqueta o una demanda de liberación de registro de etiqueta a una entidad de gestión de enlace correspondiente al elemento de control de conexión hijo en conformidad con la información de configuración de conexión enviada desde el elemento de control de conexión padre.

35 El elemento de control de conexión hijo está situado en un dispositivo de puente o actúa como dispositivo autónomo con un dispositivo de puente.

40 La entidad de control de ruta y el elemento de control de conexión son entidades de control centralizado. Un canal de señalización que utiliza una configuración de conmutación de capa 2 está previsto entre la entidad de control centralizado y la entidad de gestión de enlace y está adaptado para intercambiar información entre la entidad de control centralizado y la entidad de gestión de enlace.

45 Un método para transportar un paquete de datos en una red Ethernet se da a conocer en otra forma de realización de la presente invención. El método incluye las etapas de:

50 detectar y proporcionar, por una entidad de gestión de enlace, de información de enlace entre un puente correspondiente a la entidad de gestión de enlace y puente próximo a una entidad de control de ruta en conformidad con un protocolo de control de capa 2 de una red Ethernet;

55 la adquisición, en conformidad con un protocolo de control de capa 2 de la red Ethernet, por una entidad de control de ruta, de información de enlace de la red Ethernet y el establecimiento y mantenimiento de una topología de red de la red Ethernet en función de la información de enlace en una forma centralizada; el cálculo, en conformidad con la topología de red, por la entidad de control de ruta, de una ruta entre puentes extremos de una conexión para una demanda de establecimiento de conexión recibida por el sistema de control;

60 la adquisición, por un elemento de control de conexión, a la recepción de una demanda de establecimiento de conexión, de la ruta de una conexión que necesita establecerse desde la entidad de control de ruta y el envío de una demanda de utilización de registro de etiqueta o una demanda de liberación de registro de etiqueta a cada una de las entidades de gestión de enlace correspondiente a los puentes por los que pasa la ruta y

65 la configuración, por la entidad de gestión de enlace, de la información de ruta de reenvío de un sistema de datos de cada puente por el que pasa la conexión en función de la información de la demanda de utilización de registro de etiqueta

o de la demanda de liberación de registro de etiqueta enviada desde el elemento de control de conexión y el reenvío de un paquete de datos por el sistema de datos de cada puente en función de la información de ruta de reenvío.

5 La etapa de adquisición de la información de enlace de la red Ethernet, por una entidad de control de ruta y el establecimiento y mantenimiento de una topología de red de la red Ethernet en función de la información de enlace en una forma centralizada comprende: cuando se detecta la presencia de un enlace entre un puente correspondiente a una entidad de gestión de enlace en el sistema de control y un puente próximo o la detección de un cambio en la información de estado de un enlace, la comunicación, por la entidad de gestión de enlace, de la información de enlace en conformidad con el protocolo de control de capa 2 de la red Ethernet, el establecimiento y mantenimiento de la topología de red de la red Ethernet en una forma centralizada, mediante una entidad de control de ruta en el sistema de control, en conformidad con la información de enlace comunicada por la entidad de gestión de enlace y/o la información de configuración de recursos configurada y enviada desde un plano de gestión.

10 La información de enlace incluye información de configuración del enlace descubierto, la información de fallo de enlace y la información de eliminación del fallo de enlace.

15 Además, cuando se recibe la información de configuración del enlace detectado, la entidad de control de ruta añade el enlace en la topología de red. Cuando se recibe la información de fallo de enlace, la entidad de control de ruta establece el estado del enlace correspondiente para el estado de fallo. Cuando se recibe la información de eliminación de fallo de enlace, la entidad de control de ruta establece el estado del enlace correspondiente al estado normal.

20 La etapa de enviar una demanda de utilización de registro de etiqueta o una demanda de liberación de registro de etiqueta para cada una de las entidades de gestión de enlace y la configuración, por la entidad de gestión de enlace, de la información de ruta de reenvío de un sistema de datos de cada puente por donde pasa la conexión, comprende: el envío, en función de la información de ruta en la demanda de establecimiento de conexión, por un elemento de control de conexión en el sistema de control, de una demanda de utilización de registro de etiqueta a la entidad de gestión de enlace correspondiente a cada puente indicado en la información de ruta y la configuración, en función de la demanda de utilización de registro de etiqueta recibida, por la entidad de gestión de enlace, de la información de ruta de reenvío en el sistema de datos del puente correspondiente a la entidad de gestión de enlace.

25 La etapa de calcular, en conformidad con la topología de red, por la entidad de control de ruta, una ruta entre puentes extremos de una conexión para una demanda de establecimiento de conexión recibida por el sistema de control, el envío de una demanda de utilización de registro de etiqueta o de una demanda de liberación de registro de etiqueta a cada una de las entidades de gestión de enlace y la configuración, por la entidad de gestión de enlace, de la información de ruta de reenvío de un sistema de datos de cada puente por donde pasa la conexión, incluye: la recepción, por un elemento de control de conexión en el sistema de control, de la demanda de establecimiento de conexión y el envío de información de una demanda de utilización de ruta de conexión a la entidad de control de ruta; el cálculo, en conformidad con la topología de la red, por la entidad de control de ruta, de una ruta entre puentes extremos de una conexión para la demanda de utilización de ruta de conexión recibida y el reenvío de la información de ruta calculada al elemento de control de conexión; el envío, en función de la información de ruta recibida, por el elemento de control de conexión, de una demanda de utilización de registro de etiqueta a la entidad de gestión de enlace correspondiente a cada puente por donde pasa la conexión y la configuración, en función de la demanda de utilización de registro de etiqueta recibida, por la entidad de gestión de enlace, de la información de reenvío de ruta en el sistema de datos del puente correspondiente a la entidad de gestión de enlace.

30 La demanda de establecimiento de conexión es una demanda de establecimiento de conexión punto a punto y la información de la demanda de utilización de ruta de conexión incluye una dirección MAC de un puente origen y una dirección MAC de un puente de destino. Como alternativa, la información de la demanda de utilización de ruta de conexión incluye información del ancho de banda y/o un atributo de dirección de conexión, además de una dirección MAC de un puente origen y una dirección MAC de puente destino.

35 Además, la etapa de calcular, en conformidad con la topología de red, por la entidad de control de ruta, de una ruta entre puentes extremos de una conexión para la demanda de ruta de conexión recibida y el reenvío de la información de ruta calculada al elemento de control de conexión incluye: el cálculo, en conformidad con una topología de red actualmente activa, por la entidad de control de ruta de una ruta punto a punto, completamente explícita, con puertos de entrada y de salida para la demanda de utilización de ruta de conexión recibida y el reenvío de la información de ruta al elemento de control de conexión y si la información del ancho de banda está incluida en la demanda de utilización de ruta de conexión, la actualización de la topología de red, por la entidad de control de ruta, en función de la información del ancho de banda y de la ruta punto a punto, completamente explícita, calculada.

40 La demanda de establecimiento de conexión es una demanda de establecimiento de conexión de difusión punto a multipunto y la información de la demanda de utilización de ruta de conexión incluye una dirección MAC de un puente origen y direcciones MAC de una pluralidad de puentes de destino.

45 Como alternativa, la información de la demanda de utilización de ruta de conexión incluye información del ancho de banda y/o una condición de restricción de puente además de una dirección MAC de puente origen y direcciones MAC de

una pluralidad de puentes de destino. Además, la etapa de calcular, en conformidad con la topología de red, por la entidad de control de ruta, de una ruta entre puentes extremos de una conexión para la demanda de utilización de ruta de conexión recibida y el reenvío de la información de ruta calculada al elemento de control de conexión incluye: el cálculo, con el puente origen como un puente raíz, por la entidad de control de ruta, de un árbol expandido para la demanda de utilización de ruta de conexión recibida, en función de una topología de red actualmente activa y el corte de componentes de expansión del árbol que no son direcciones de destino, el reenvío, por la entidad de control de ruta, de información de estructura del árbol resultante del corte como información de ruta al elemento de control de conexión y si la información del ancho de banda está incluida en la demanda de utilización de ruta de conexión, la actualización por la entidad de control de ruta, de la topología de red en función de la información del ancho de banda y de la información de estructuras del árbol.

La demanda de establecimiento de conexión es una demanda de establecimiento de conexión de difusión multipunto a multipunto y la información de la demanda de utilización de ruta de conexión incluye direcciones MAC de una pluralidad de puentes. Como alternativa, la información de la demanda de utilización de la ruta de conexión incluye información del ancho de banda y/o información del puente raíz y/o una condición de restricción de puente, además de direcciones MAC de una pluralidad de puentes.

Además, la etapa de calcular, en conformidad con la topología de red, por la entidad de control de ruta, de una ruta entre puentes extremos de una conexión para la demanda de utilización de ruta de conexión recibida y el reenvío de la información de ruta calculada al elemento de control de conexión incluye: la adquisición, por la entidad de control de ruta, de la información de puente raíz en la demanda de utilización de ruta de conexión o bien, si ninguna información de puente raíz está configurada en la demanda de utilización de ruta de conexión, la determinación de un puente raíz por la entidad de control de ruta, en conformidad con una estrategia predeterminada; el cálculo, en conformidad con una topología de red actualmente activa y el puente raíz, por la entidad de control de ruta, de un árbol expandido para la demanda de utilización de ruta de conexión recibida y el corte del árbol expandido, de modo que cada componente del árbol sea un puente en la demanda de utilización de ruta de conexión; el reenvío, por la entidad de control de ruta, de información de estructura del árbol recortado como información de ruta al elemento de control de conexión y si la información de una tasa de información comprometida se incluye en la demanda de utilización de ruta de conexión, la actualización de la topología de red por la entidad de control de ruta, en función de la información del ancho de banda y de la información de estructura del árbol.

El método comprende, además: si información del ancho de banda está incluida en la demanda de establecimiento de conexión, el envío, por el elemento de control de conexión, de la información del ancho de banda a la entidad de gestión de enlace; cuando se determina que la información del ancho de banda está incluida en la información de ruta recibida, el envío, por la entidad de gestión de enlace, de la información del ancho de banda a un sistema de datos y la reserva de un recurso en función de la información del ancho de banda y la realización del control del tráfico por el sistema de datos.

El método comprende, además: la recepción, por un elemento de control de conexión, en el sistema de control, de una demanda de liberación de conexión, la adquisición de información de ruta correspondiente a la demanda de liberación de conexión y el envío de una demanda de liberación de registro de etiqueta a una entidad de gestión de enlace correspondiente a cada puente por donde pasa la conexión, en función de la información de ruta y la eliminación, en función de la demanda de liberación de registro de etiqueta recibida, por la entidad de gestión de enlace, de la información de reenvío de ruta correspondiente en un sistema de datos de un puente correspondiente a la entidad de gestión de enlace.

El elemento de control de conexión adquiere la información de ruta correspondiente a la conexión que necesita liberarse a partir de la información de ruta memorizada en el propio elemento de control de conexión.

Si el elemento de control de conexión, en el sistema de control, es de una estructura de tipo 'padre-hijo', un elemento de control de conexión padre, en el elemento de control de conexión, adquiere la información de ruta correspondiente a la conexión que necesita liberarse en función de la información de ruta memorizada en el propio elemento de control de conexión padre o de la información de ruta memorizada en un elemento de control de conexión hijo.

La demanda de establecimiento de conexión o la demanda de liberación de conexión se envía al elemento de control de conexión por un sistema de gestión o por una aplicación de capa superior.

Si la conexión es una conexión punto a punto, la demanda de establecimiento de conexión incluye una dirección MAC de un solo puente origen, una dirección MAC de un solo puente destino y la información de etiqueta que identifica la conexión. Si la conexión es una conexión de punto a multipunto, la demanda de establecimiento de conexión incluye una dirección MAC de un puente origen, direcciones MAC de una pluralidad de puentes de destino e información de etiqueta que identifica la conexión. Si la conexión es una conexión multipunto a multipunto, la demanda de establecimiento de conexión incluye una pluralidad de puentes y la información de etiqueta que identifica la conexión.

Si la conexión es una conexión punto a punto, la información de etiqueta incluye un identificador de VLAN en sentido ascendente y/o una dirección MAC de un puente de destino en sentido ascendente. Como alternativa, la información de etiqueta incluye un identificador de VLAN en sentido ascendente y/o una dirección MAC de un puente de destino y un

identificador VLAN en sentido descendente y/o una dirección MAC de un puente de destino. Si la conexión es una conexión de difusión punto a multipunto o una conexión de difusión multipunto a multipunto, la información de etiqueta incluye un identificador VLAN y/o una dirección MAC de multidifusión.

5 Si la conexión es una conexión punto a multipunto y la información de etiqueta incluye una dirección MAC de multidifusión, el elemento de control de conexión reasigna un identificador de VLAN a la conexión, establece una correspondencia entre el identificador de VLAN reasignado y la información de etiqueta y utiliza el identificador de VLAN reasignado como la información de etiqueta que identifica la conexión.

10 Si la conexión es una conexión punto a punto, la demanda de establecimiento de conexión incluye, además, información del ancho de banda e información de una ruta punto a punto, completamente explícita, con puertos de entrada y de salida. Si la conexión es una conexión de difusión punto a multipunto, la demanda de establecimiento de conexión incluye, además, información del ancho de banda e información de estructura de un árbol o de una condición de restricción de puente. Si la conexión es una conexión de difusión multipunto a multipunto, la demanda de establecimiento de conexión incluye, además, información del ancho de banda e información de estructura de un árbol o la condición de restricción del puente.

El método comprende, además: el mantenimiento, por un elemento de control de conexión en el sistema de control, de una conexión afectada por un fallo, en función de la información de estado del fallo de conexión recibida desde un sistema de datos o de la información del estado de fallo de etiqueta recibida desde una entidad de gestión de enlace en el sistema de control y si el elemento de control de conexión, en el sistema de control, es de una estructura de tipo 'padre-hijo', el mantenimiento, por el elemento de control de conexión padre, de la conexión afectada por el fallo, en función de la información del estado de fallo de conexión recibida desde el sistema de datos o de la información del estado de fallo de etiqueta recibida desde la entidad de gestión de enlace en el sistema de control.

25 Si el elemento de control de conexión, en el sistema de control, es de una estructura de tipo 'padre-hijo', la información se intercambia entre un elemento de control de conexión padre y la entidad de control de ruta y la información de configuración de conexión se intercambia entre el elemento de control de conexión padre y un elemento de control de conexión hijo o la información de configuración de conexión y la información del estado de fallo de conexión se intercambian entre el elemento de control de conexión padre y el elemento de control de conexión hijo. Además, en función de la información del estado de fallo de la conexión, el elemento de control de conexión padre mantiene una conexión afectada por un fallo; en función de la información de configuración de conexión recibida, el elemento de control de conexión hijo envía una demanda de utilización de registro de etiqueta o una demanda de liberación de registro de etiqueta a una entidad de gestión de enlace correspondiente al elemento de control de conexión hijo.

35 Puede deducirse de la descripción anterior de las soluciones técnicas que, con el uso de un protocolo de control de capa 2 existente de la red Ethernet, en las formas de realización de la presente invención, una topología de red se establece y mantiene en una forma centralizada, la información de ruta de una conexión se calcula en una forma centralizada en conformidad con una demanda de establecimiento de conexión particular y una tabla de reenvío de rutas se crea para cada puente por donde pasa la conexión entre puentes extremos en función de la información de ruta, lo que permite un mejor control de un flujo de datos transportado en la red Ethernet y mejora la capacidad de control del tráfico de datos en la red Ethernet. Las formas de realización de la presente invención no necesitan cambiar la estructura de encapsulación en el plano de datos de la red Ethernet, no se desvía respecto a las tecnologías Ethernet y utilizan el protocolo de control de capa 2 de la red Ethernet. Además, el uso del protocolo de control de capa 2 tradicional del sistema Ethernet permite que las soluciones técnicas de las formas de realización de la presente invención se apliquen adecuadamente en los dispositivos de puentes tradicionales de la red Ethernet. Las formas de realización de la presente invención permiten que la red Ethernet soporte la ingeniería de tráfico con modificaciones de bajo coste para la red Ethernet.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

50 La Figura 1 es un primer diagrama esquemático que ilustra un sistema de control en una red Ethernet según una forma de realización de la presente invención;

La Figura 2 es un segundo diagrama esquemático que ilustra un sistema de control en una red Ethernet según una forma de realización de la presente invención;

La Figura 3 es un primer diagrama esquemático que ilustra el establecimiento de una conexión según una forma de realización de la presente invención;

60 La Figura 4 es un segundo diagrama esquemático que ilustra el establecimiento de una conexión según una forma de realización de la presente invención.

La Figura 5 es un primer diagrama esquemático que ilustra la creación de un árbol según una forma de realización de la presente invención.

65

La Figura 6 es un segundo diagrama esquemático que ilustra la creación de un árbol y de una tabla de reenvío de rutas para el árbol según una forma de realización de la presente invención.

5 La Figura 7 es un tercer diagrama esquemático que ilustra un sistema de control en una red Ethernet según una forma de realización de la presente invención.

La Figura 8 es un cuarto diagrama esquemático que ilustra un sistema de control en una red Ethernet según una forma de realización de la presente invención.

10 DESCRIPCIONES DETALLADAS DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN

Las formas de realización de la presente invención se refieren a una red de puentado y en particular, dan a conocer un sistema de control para una red de puentado dentro de un área única. En las formas de realización de la presente invención, un nuevo sistema de control se establece para una red de puentado extendiendo un sistema de control existente de una red Ethernet tradicional. Dicho de otro modo, se establece un nuevo plano de control para la red Ethernet tradicional. Extendiendo un protocolo de control de capa 2 tradicional de la red Ethernet, tal como el LLDP, y utilizando un método de control centralizado, en donde se establece y mantiene una topología de red en una forma centralizada y una ruta entre puentes extremos de una conexión se calcula en una forma centralizada, el sistema de control según las formas de realización de la presente invención puede establecer, por anticipado, una ruta de reenvío entre puentes extremos de la conexión para un flujo de datos, con lo que se permite a un sistema de datos de cada puente el reenvío de un paquete de datos en función de la información de ruta de reenvío configurada por el sistema de control y de este modo, se mejora el control de los flujos de datos en la red Ethernet, la red Ethernet proporciona la garantía de calidad de servicio (QoS) para un usuario y se puede poner en práctica, de forma cómoda y sencilla, la ingeniería de tráfico en la red Ethernet.

25 Las soluciones técnicas con respecto a un sistema de control, un dispositivo de red y un método para transportar un paquete de datos, dadas a conocer en las formas de realización de la presente invención, se describirán, a continuación, haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

30 Un sistema de control, según la presente invención, incluye principalmente una Entidad de Control de Ruta (RCE) y una entidad de control de ruta de reenvío. La entidad de control de ruta de reenvío incluye un elemento de control de conexión (CCE) y Entidades de Gestión de Enlace (LMEs).

35 Cada una de las entidades de gestión de enlace es una entidad de control distribuido. Dicho de otro, las entidades de gestión de enlace utilizan una estructura distribuida. Una entidad de control distribuido se refiere a una entidad que controla directamente un puente único. La entidad de gestión de enlace se puede incorporar en un dispositivo de puente o actuar de forma autónoma con un dispositivo de puente.

40 Las entidades RCE y CCE son entidades de control centralizado. Dicho de otro modo, las entidades RCE y CCE utilizan una estructura centralizada. Una entidad de control centralizado se refiere a una entidad capaz de controlar una pluralidad de dispositivos de puente. En este caso, las entidades RCE y CCE pueden situarse en un servidor que puede ser uno de la pluralidad de dispositivos de puente. Un canal de señalización se proporciona entre el servidor y cada entidad LME. Si cada entidad LME está incorporada en un dispositivo de puente, se proporciona un canal de señalización entre el servidor y cada uno de los puentes en la red de puentado. El canal de señalización se utiliza principalmente para intercambio de información entre las entidades RCE, CCE y cada LME. Cada canal de señalización se puede configurar solamente mediante una conmutación de capa 2 en una forma de realización de la presente invención.

50 Las operaciones de la entidad LME son principalmente como sigue. Con el uso de un protocolo de control de capa 2 de la red Ethernet, tal como el LLDP, la entidad LME comunica la información de estado de un enlace entre el puente correspondiente a la LME y un puente próximo a la entidad de control de ruta. A la recepción de una demanda de utilización de registro de etiqueta procedente del elemento de control de conexión, la LME configura la información de ruta de reenvío en el sistema de datos del puente correspondiente a la LME, esto es, la configuración de una tabla de reenvío de rutas en el sistema de datos del puente correspondiente a la LME en conformidad con la demanda de utilización de registro de etiqueta. A la recepción de una demanda de liberación de registro de etiqueta, desde el elemento de control de conexión, la LME elimina la información de ruta de reenvío memorizada en el sistema de datos del puente correspondiente a la LME.

60 Las operaciones de la entidad CCE son principalmente como sigue. La CCE recibe una demanda de establecimiento de conexión que puede enviarse desde el sistema de gestión o desde otra aplicación de capa superior. A la recepción de la demanda de establecimiento de conexión, la CCE adquiere información de ruta en la demanda de establecimiento de conexión, esto es, adquiere información de ruta entre puentes extremos de la conexión.

65 Para una conexión punto a punto (P2P), la información de ruta anterior adquirida por la CCE se refiere a una ruta P2P, completamente explícita, con puertos de entrada y de salida desde el puente origen al puente de destino. Una ruta explícita se denomina con respecto a una conexión y contiene información de saltos operativos por los que pasa esta

conexión y las condiciones que han de cumplirse por dichos saltos operativos. Por ejemplo, la ruta explícita contiene información de la totalidad de los saltos operativos a lo largo de la conexión. En este caso, la información de un salto único puede incluir un identificador de puente. Además, la información del salto único puede incluir un identificador de puerto de entrada o un identificador de puerto de salida del puente por donde pasa la conexión. La información de ruta explícita puede incluir uno o más objetos de información de ruta explícita, que pueden ser información de un salto operativo por donde pasa la conexión. La información de un salto operativo puede incluir un puente y puede incluir, además, un puerto de entrada o un puerto de salida del puente por donde pasa la conexión. Además, el objeto de información de ruta explícita puede ser información de un salto operativo por donde no se permite pasar a la conexión o puede ser que un salto operativo seleccionado para la conexión debe pertenecer a un conjunto de saltos operativos. La ruta P2P, completamente explícita, con puertos de entrada y de salida es una ruta explícita que incluye información de cada salto operativo por donde pasa una conexión. La información de cada salto operativo debe incluir un identificador de un puerto de salida del puente para este salto operativo conectado a un puente para un salto siguiente, además de un identificador de puente. Asimismo, si existe un salto operativo anterior conectado a este salto, la información de cada salto debe incluir también un identificador de un puerto de entrada, esto es, un identificador de un puerto local conectado a un puente para el salto operativo anterior.

Para una conexión de difusión punto a multipunto, la información de ruta anterior, adquirida por la entidad CCE, se refiere a una información de estructura de un árbol desde el puente origen al puente destino. La información de estructura de un árbol se utiliza principalmente para identificar un árbol e incluye identificadores de todos los puentes en el árbol, incluyendo un identificador de una raíz en el árbol. Para cada uno de los puentes en el árbol, un puerto origen o un puerto designado del árbol en este puente se incluye en la información de estructura del árbol y este puente está directamente conectado con su puente padre a través del puerto raíz y directamente conectado a su puente hijo a través del puerto designado. Una conexión directa de dos puentes significa que estos dos puentes están conectados entre sí a través de un enlace físico punto a punto o a través de una red de área local (LAN) física. Dicho de otro modo, ningún otro dispositivo de puente existe entre estos dos puentes.

Para una conexión de difusión multipunto a multipunto, la información de ruta anterior adquirida por la CCE se refiere a la información de estructura de un árbol entre una pluralidad de puentes.

La entidad CCE puede adquirir información de ruta desde la entidad RCE mediante la interacción con la RCE. Además, la CCE puede adquirir información de ruta directamente desde una demanda de establecimiento de conexión que contiene información de ruta entre puentes extremos de la conexión. A la obtención de la información de ruta de la conexión, la entidad CCE envía una demanda de utilización de registro de etiqueta a una entidad de gestión de enlace correspondiente a cada uno de los puentes por donde pasa la ruta de reenvío. Cuando se determina que necesita liberarse la conexión, la entidad CCE envía una demanda de liberación de registro de etiqueta a la LME correspondiente a cada uno de los puentes a través de los que pasa la ruta de reenvío, en función de la información de ruta correspondiente a la conexión. A la recepción de la información de estado de fallo de la conexión o a la información de estado de fallo de la etiqueta, comunicada desde el exterior, la CCE puede realizar la gestión de mantenimiento en la conexión, tal como reparar el fallo de la conexión mediante un mecanismo de reencaminamiento. El estado de fallo de la conexión anteriormente descrito o el estado de fallo de etiqueta, comunicado desde el exterior, comprende: un estado de fallo de la conexión comunicado por el sistema de datos y un estado de fallo de etiqueta comunicado por la entidad de gestión de capa de enlace. La entidad CCE puede liberar también la conexión al recibir una demanda de liberación de conexión desde el sistema de gestión u otra aplicación de capa superior.

Las operaciones primarias de la entidad RCE se ponen en práctica por un módulo de mantenimiento de topología de red y un módulo de cálculo de ruta. Las operaciones primarias del módulo de mantenimiento de topología de red y del módulo de cálculo de ruta se describirán a continuación. El módulo de mantenimiento de topología de red se utiliza principalmente para recibir información de enlace y para establecer y mantener la información de topología de red de la red de puenteado completa en función de la información de enlace recibida en una forma centralizada. La información de enlace recibida por el módulo de mantenimiento de topología de red se puede comunicar por la entidad LME en conformidad con un protocolo de control de capa 2 de la red Ethernet, tal como LLDP o se puede configurar por, y enviarse desde, el sistema de gestión. Cuando la entidad CCE debe adquirir información de ruta entre puentes extremos de una conexión desde la RCE; dicho de otro modo, cuando la RCE recibe información de una demanda de utilización de ruta de conexión desde la CCE, el módulo de cálculo de ruta calcula la información de ruta entre los puentes extremos en función de la información contenida en la demanda de utilización de ruta de conexión, tal como las direcciones MAC de los puentes extremos, y envía la información de ruta calculada a la CCE. En el caso de que la información del ancho de banda, tal como la tasa de información de compromiso (CIR) está incluida en la demanda de utilización de ruta de conexión, cuando el módulo de cálculo de ruta reenvía la información de ruta a la CCE, el módulo de mantenimiento de la topología de red actualiza la información de estructura de topología de la red en función de la información de ruta de conexión calculada por el módulo de cálculo de ruta. Por ejemplo, la tasa CIR de la conexión se sustrae desde el ancho de banda de reserva del enlace por donde pasa la ruta de conexión. Cuando la RCE recibe desde la CCE una información de una demanda de liberación de ruta de conexión y la conexión correspondiente a la demanda tiene un atributo del ancho de banda tal como CIR, el módulo de mantenimiento de topología de red mantiene la estructura de topología de la red en función de la información de liberación de ruta de conexión. Por ejemplo, la tasa CIR de la conexión liberada se añade al ancho de banda de reserva del enlace por donde pasa la ruta de conexión en la topología de red. La información del ancho de banda se tiene en cuenta de forma suficiente cuando la RCE establece y

mantiene la topología de red y calcula la información de ruta en una forma centralizada, permitiendo así que el sistema de control controle el sistema de datos para realizar la reserva de recursos del ancho de banda y el control del tráfico y para permitir a la red Ethernet proporcionar la garantía de calidad de servicio para un usuario.

5 En adelante, un sistema de control y un método para transportar un paquete de datos en una red de puentado, según las formas de realización de la presente invención, se describirán, en detalle, haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

Las Figuras 1 y 2 ilustran diagramas esquemáticos de una red de puentado según una forma de realización de la presente invención.

10 En la Figura 1, una entidad RCE y una entidad CCE, que son entidades de control centralizado, están situadas en un servidor según se indica en la Figura 1 y las entidades LMEs, que son entidades de control distribuido se incorporan en dispositivos de puentado. Canales de señalización se proporcionan entre el servidor y los puentes. En la Figura 1, las líneas de puntos, entre el servidor y los puentes, indican los canales de señalización, las líneas continuas en negrillas entre los puentes indican enlaces que conectan los puentes en la red de puentado y las líneas de puntos y trazos indican los enlaces externos conectados a los dispositivos externos a la red de puentado.

15 El intercambio de información entre las entidades de control en el sistema de control, entre un sistema de control y un sistema de gestión así como entre un sistema de control y un sistema de datos según la presente invención, se ilustra en la Figura 2. El intercambio de información anterior comprende principalmente: la información relativa a una ruta de conexión se intercambia entre la CCE y la REC; la información relativa a una etiqueta de conexión se intercambia entre la CCE y la LME, por ejemplo, la entidad LME recibe un informe de control del estado del enlace desde el sistema de datos y comunica la información de una etiqueta afectada, esto es, una etiqueta afectada por fallo de enlace, a la CCE en función del estado del enlace y el plano de datos puede controlar directamente una conexión establecida, por ejemplo, el plano de datos puede configurar las conexiones que se necesita controlar en un bloque funcional de Operación, Administración y Mantenimiento (OAM) del sistema de datos por intermedio del sistema de gestión o de la CCE y comunicar el estado de fallo de la conexión a la CCE. Puesto que cada puente corresponde a una LME separada, un sistema de control puede incluir una pluralidad de entidades LMEs. Para una mayor simplicidad, solamente una LME se representa en la Figura 2.

20 En la Figura 2, la LME está adaptada para descubrir un enlace físico conectado entre el puente en donde está situada la LME, es decir, el puente local, y un puente próximo, esto es, para detectar la información de configuración del enlace entre el puente local y el puente próximo. Cuando se descubre un nuevo enlace o un cambio en el estado de fallo de un enlace, la LME comunica la información de enlace descubierta a la RCE. Según la presente invención, la información de enlace incluye: información de configuración de un enlace e información del estado de fallo de un enlace. La entidad LME recibe una demanda de utilización de registro de etiqueta enviada desde la CCE y configura la información de ruta de reenvío en el sistema de datos del puente en donde está situada la LME, en conformidad con la demanda de utilización de registro de etiqueta, por ejemplo, configura una entrada de reenvío de ruta correspondiente en una tabla de reenvío de rutas. Si la información del ancho de banda está incluida en la demanda de utilización de registro de etiqueta, la LME necesita, además, ordenar al sistema de datos la reserva de un recurso del ancho de banda en función de esta información del ancho de banda y realiza el control del tráfico. Al descubrir un cambio en el estado de fallo de enlace, la LME comunica a la CCE la información de estado de fallo de etiqueta. La información de estado de fallo de etiqueta puede estar “desapareciendo” cuando se produce un fallo en el enlace y puede ser “normal” cuando no ocurre ningún fallo en el enlace.

25 La RCE está situada en un servidor de la red de puentado y está adaptada principalmente para establecer y mantener una topología de red de la red de puentado completa y para calcular una ruta entre los puentes extremos de una conexión. Cuando se recibe la información de enlace comunicada por la LME, la RCE establece o mantiene una topología de red. Además, la RCE puede recibir la información de configuración de enlace, esto es, información de configuración del recurso, enviada desde el sistema de gestión. A la recepción de la información de configuración de recurso, la RCE establece o mantiene una topología de red. A la recepción de información de una demanda de utilización de ruta de conexión desde la CCE, la RCE calcula, en función de la información en la demanda de utilización de ruta de conexión, tal como las direcciones MAC de puentes extremos de una conexión y la información del ancho de banda de una ruta entre puentes extremos de una conexión, que satisface la demanda y reenvía la información de ruta calculada, tal como información de una ruta completamente explícita con puertos de entrada y de salida y la información de estructura de un árbol, a la CCE. Si la información de la demanda de utilización de ruta de conexión incluye información del ancho de banda, basada en que la RCE calcula información de la ruta entre puentes extremos de la conexión, entonces la RCE necesita actualizar la topología de red en función de la ruta de la conexión y de la información del ancho de banda contenida en la información de ruta reenviada a la CCE. A la recepción de una demanda de liberación de ruta de conexión desde la CCE, la RCE actualiza la topología de red en conformidad con la ruta que ha de liberarse y el recurso del ancho de banda en la ruta.

30 La CCE está situada en un servidor de la red de puentado y está principalmente adaptada para enviar información de una demanda de utilización de registro de etiqueta o una demanda de liberación de registro de etiqueta a una entidad LME correspondiente a cada puente en la red de puentado para establecer una conexión entre puentes o la liberación de una conexión entre puentes. La CCE necesita también gestionar la conexión establecida. Dicho de otro modo, a la

determinación de que se produce un fallo para la conexión establecida, la CCE realiza el procesamiento tal como una recuperación de conexión y una liberación de conexión. Cuando se recibe información del estado de fallo de la conexión desde el sistema de datos o información del estado de fallo de etiqueta desde la LME, la CCE puede determinar si falla la conexión establecida. En este caso, el estado de fallo de la conexión incluye el estado de fallo y el estado normal, esto es, el estado sin fallo.

A continuación se describirán operaciones específicas de las entidades LME, CCE y RCE.

Las operaciones de la entidad LME son principalmente como sigue.

La LME descubre un enlace entre el puente local y un puente próximo por intermedio de un protocolo de control de capa 2 de la red Ethernet, tal como LLDP. El puente local está conectado directamente al puente próximo a través del enlace. El puente próximo puede referirse también como un puente distante. Además, el enlace puede ser un enlace físico agregado o un enlace físico único.

La LME comunica a la RCE la información de configuración del enlace descubierto o configurado anterior, que incluye una dirección MAC del puente local, un identificador de puerto de enlace local, una dirección MAC del puente distante, un identificador de un puerto de enlace distante y una capacidad del ancho de banda del enlace.

La LME configura una entrada de reenvío de rutas en el sistema de datos en función de la información transmitida en una demanda de utilización de registro de etiqueta a la recepción de una demanda de utilización de registro de etiqueta desde la CCE y ordena al sistema de datos suprimir una entrada de reenvío de ruta correspondiente establecida originalmente a la recepción de una demanda de liberación de registro de etiqueta enviada desde la CCE. Si la demanda de utilización de registro de etiqueta o la demanda de liberación de registro de etiqueta enviada desde la CCE incluye información del ancho de banda, el plano de datos recibirá una orden para reservar un recurso correspondiente y para realizar el control del tráfico. En este caso, la entrada de reenvío de rutas se determina a partir de una etiqueta de salida y un puerto correspondiente en un elemento de demanda de registro.

Suponiendo que la RCE genera una ruta, según se representa en las Figuras 3 y 4 para la conexión P2P, en función de la información de consulta de ruta recibida por la RCE, además, en (a, b) de las Figuras 3 y 4, "a" indica un coste de enlace y "b" indica un ancho de banda de reserva de un enlace. En el supuesto de que la información de la demanda de establecimiento de conexión recibida por la CCE incluya un puente origen M0, un puente destino M2, una etiqueta en sentido descendente (VLAN1, Dest_MAC), una etiqueta en sentido ascendente (VLAN1, Source_MAC) y una tasa de información de compromiso 20 de la conexión, en tal caso, la demanda de utilización de ruta de conexión se envía a la RCE por la CCE y la información de ruta generada por la RCE es M0 a M1 a M2.

Si la demanda de utilización de registro de etiqueta enviada por la CCE al puente origen M0, al puente de destino M2 y un puente intermedio M1 incluye, respectivamente, información según se ilustra en la Figura 3, entonces las respectivas entidades LMEs en el puente origen M0, el puente destino M2 y el puente intermedio M1 configuran las entradas de reenvío de rutas según se representa en la Figura 4 en conformidad con las demandas de utilización de registro de etiqueta enviadas desde la CCE.

La entidad LME puede diagnosticar un fallo de enlace por intermedio de un protocolo de control de capa 2 de la red Ethernet o adquirir el estado de fallo de enlace en función del aviso de detección de fallo desde el plano de datos. Cuando un enlace falla o un fallo de enlace desaparece, la LME necesita comunicar el estado de fallo del enlace a la RCE e informar a la CCE de la información de etiquetas afectadas por el fallo de enlace. Si un enlace está en un estado de fallo, el estado de la etiqueta pertinente puede ser "en fallo" y cuando un enlace está en un estado de no fallo, el estado de la etiqueta pertinente puede ser "normal".

A la recepción de una demanda de establecimiento de conexión enviada desde el plano de gestión u otra aplicación de capa superior, la CCE necesita establecer una conexión en conformidad con la demanda de establecimiento de conexión. La demanda de establecimiento de conexión recibida por la CCE puede ser una demanda de establecimiento de conexión punto a punto (P2P), una demanda de establecimiento de conexión de difusión punto a multipunto (P2MP) o una demanda de establecimiento de conexión de difusión de multipunto a multipunto (MP2MP).

La demanda de establecimiento de conexión de P2P incluye principalmente los valores de atributo siguientes:

1. Una dirección MAC de un puente origen y una dirección MAC de un puente destino. En este caso, el puente origen y el puente destino se pueden referir como puentes extremos de la conexión.
2. Un valor de etiqueta que es único dentro de la red de puenteado. Si la conexión es una conexión unidireccional, la información de etiqueta incluye una etiqueta en sentido ascendente que puede ser un identificador de red VLAN y una dirección MAC de destino. La etiqueta en sentido ascendente puede ser también una dirección MAC de destino. Si la conexión es una conexión bidireccional, la información de etiqueta puede incluir, además, una etiqueta en sentido descendente que puede ser un identificador de red VLAN y una dirección MAC de destino. La etiqueta en sentido descendente puede ser también una etiqueta MAC de destino.

De forma opcional, la demanda de establecimiento de conexión de P2P puede incluir, además, uno o más valores de atributos como sigue.

- 5 1. Información del ancho de banda, que puede incluir una Tasa de Información de Compromiso (CIR) y una Tasa de Información de Pico (PIR) o incluso solamente la tasa de información de pico de la conexión o solamente la tasa de información de compromiso de la conexión.
2. Una ruta explícita.

10 La demanda de establecimiento de conexión de difusión de P2MP incluye principalmente los valores de atributos siguientes.

- 15 1. Una dirección MAC de un puente origen y direcciones MAC de M ($M > 1$) de puentes de destino. En este caso, el puente origen y el puente destino son referidos como los puentes extremos de la conexión.
2. Un valor de etiqueta que es único dentro de la red de puenteado. En este caso, el valor de la etiqueta puede ser un identificador de red VLAN o un identificador de red VLAN y una dirección MAC de multidifusión o una dirección MAC de multidifusión.

20 De forma opcional, la demanda de establecimiento de conexión de difusión de P2MP puede incluir, además, uno o más valores de atributos como sigue.

- 25 1. Información del ancho de banda, que puede incluir una tasa de información de compromiso (CIR) y una tasa de información de pico (PIR) o incluir solamente la tasa de información de pico de la conexión o solamente la tasa de la información de compromiso de la conexión.
2. Una de entre “información de estructura de un árbol” y “una condición de restricción de puente”, en donde la condición de restricción de puente define un conjunto de puentes limitados o un conjunto de puentes excluidos en una conexión. Dicho de otro modo, la condición de restricción de puente puede ser un conjunto de puentes permitidos para que pase una conexión o un conjunto de puentes a los que no se permite pasar a través de una conexión.

35 La demanda de establecimiento de conexión de difusión de MP2MP incluye principalmente los valores de atributo siguientes.

1. Direcciones MAC de M puentes, en donde M es un número entero mayor que 2. En este caso, los M puentes se pueden referir como los puentes extremos de una conexión.
- 40 2. Un valor de etiqueta que es único dentro de la red de puenteado. En este caso, el valor de etiqueta puede ser un identificador de VLAN o un identificador de VLAN y una dirección MAC de multidifusión o una dirección MAC de multidifusión.

45 De forma opcional, la demanda de establecimiento de conexión de difusión de MP2MP puede incluir, además, uno o más valores de atributos como sigue.

1. Información del ancho de banda, que puede incluir una tasa de información de compromiso (CIR) y una tasa de información de pico (PIR) o incluir solamente la tasa de información de pico de la conexión o solamente la tasa de la información de compromiso de la conexión.
- 50 2. Una de entre “información de estructura de un árbol” y “una condición de restricción de puente”.

55 Un proceso específico de establecimiento de una conexión por la CCE a la recepción de una demanda de establecimiento de conexión de P2P incluye las etapas siguientes.

60 En la etapa 1, si la demanda de establecimiento de conexión de P2P incluye información de una ruta completamente explícita con puertos de entrada y de salida, el proceso prosigue con la etapa 2; de no ser así, la CCE consulta a la RCE sobre una ruta completamente explícita. Dicho de otro modo, la CCE envía a la RCE una demanda de utilización de ruta de conexión que contiene información de consulta de ruta de conexión incluyendo principalmente una dirección MAC de un puente origen y una dirección MAC de un puente destino. La información de consulta de ruta de conexión puede incluir también información del ancho de banda de la conexión, un atributo de dirección de conexión, esto es, una información de conexión bidireccional o una información de conexión unidireccional, información de ruta explícita e informaciones similares.

65 En la etapa 2, cuando se obtiene la información de la ruta completamente explícita de P2P con puertos de entrada y de salida, la CCE adquiere información de cada salto operativo desde la ruta completamente explícita y envía una demanda

de utilización de registro de etiqueta en función de la información del salto operativo a una LME que controla el salto operativo. La demanda de utilización de registro de etiqueta incluye uno o más elementos de registro que comprenden una etiqueta, un identificador de puerto, un atributo de etiqueta, etc. En este caso, para una etiqueta en sentido ascendente y un puerto de entrada de una conexión, el atributo de la etiqueta en sentido ascendente es una etiqueta de salida; para una etiqueta en sentido ascendente y un puerto de salida de una conexión, el atributo de la etiqueta en sentido ascendente es una etiqueta de entrada; para una etiqueta en sentido descendente y un puerto de entrada de una conexión, el atributo de la etiqueta en sentido descendente es una etiqueta de entrada y para una etiqueta en sentido descendente y un puerto de salida de una conexión, el atributo de la etiqueta en sentido descendente es una etiqueta de salida. En la presente invención, el puerto de entrada de una conexión y el puerto de salida de una conexión se determina en función de una dirección demandada de la conexión.

Se supone que la RCE genera una ruta según se indica en las Figuras 3 y 4 para la conexión de P2P en función de la información de consulta de ruta recibida por la RCE. Además, en (a, b) según se ilustra en las Figuras 3 y 4, "a" indica un coste de enlace y "b" indica un ancho de banda de reserva del enlace. Se supone que la información de la demanda de establecimiento de conexión, recibida por la CCE, incluye un puente origen M0, un puente destino M2, una etiqueta en sentido descendente (VLAN1, Dest_MAC), una etiqueta en sentido ascendente (VLAN1, Source_MAC) y una tasa de información de compromiso 20 de la conexión. La demanda de utilización de ruta de conexión se envía a la RCE por la CCE y la información de ruta generada por la RCE es M0 a M1 a M2.

En este caso, las demandas de utilización de registro de etiqueta enviadas por la CCE, respectivamente al puente origen M0, al puente destino M2 y a un puente intermedio M1 incluye información tal como se representa en la Figura 3.

Si la demanda de establecimiento de conexión incluye información del ancho de banda, la demanda de utilización de registro de etiqueta enviada desde la CCE a la LME incluye información del ancho de banda.

En la etapa 3, la CCE memoriza la información de conexión correspondiente, incluyendo la información de la demanda de establecimiento de conexión de P2P y la ruta completamente explícita de P2P con puertos de entrada y de salida.

Un proceso específico de liberación de una conexión por la CCE a la recepción de una demanda de liberación de conexión de P2P incluye las etapas siguientes.

En la etapa 1, con respecto a la información de cada salto operativo de una conexión, la CCE envía una demanda de liberación de registro de etiqueta a una LME que controla este salto operativo en función de la información de conexión memorizada en la CCE, en donde la demanda de liberación de registro de etiqueta incluye uno o más elementos de registro que han de cancelarse. Una etiqueta y un identificador de puerto se incluyen también en la demanda de liberación de registro de etiqueta.

En la etapa 2, si la información de conexión memorizada en la CCE incluye información del ancho de banda tal como tasa de información de compromiso, la CCE envía a la RCE una demanda de liberación de ruta de conexión de P2P incluyendo una ruta completamente explícita de P2P con puertos de entrada y de salida, la tasa de información de compromiso de la conexión y el atributo de unidireccional/bidireccional.

Un proceso específico de establecer una conexión de difusión de P2MP por la CCE, a la recepción de una demanda de establecimiento de conexión de difusión de P2MP incluye las etapas siguientes.

En la etapa 1, la demanda de establecimiento de conexión recibida por la CCE incluye información de estructura de un árbol, el proceso prosigue con la etapa 2; de no ser así, la CCE consulta a la RCE sobre una demanda de establecimiento de conexión de difusión de P2MP. Dicho de otro modo, la CCE envía a la RCE una demanda de utilización de ruta de conexión que incluye principalmente un identificador de un puente origen, identificadores de M (M>1) puentes de destino. La información de consulta de ruta puede incluir también información del ancho de banda de la conexión y una condición de restricción de puente.

En la etapa 2, después de obtener la información de estructura del árbol, la CCE envía, para todos los puertos designados y el puerto raíz del árbol en cada puente en el árbol, una demanda de utilización de registro de etiqueta a una LME que controla el puente en el árbol. La demanda de utilización de registro de etiqueta incluye uno o más elementos de registro que comprenden una etiqueta, un identificador de puerto y un atributo de etiqueta. En este caso, el atributo de etiqueta es una "etiqueta de salida" para un puerto designado y es una "etiqueta de entrada" para el puerto raíz.

Para una conexión con una demanda del ancho de banda, la demanda de utilización de registro de etiqueta enviada desde la CCE a una LME incluye información del ancho de banda.

En la etapa 3, la CCE memoriza la información de conexión correspondiente incluyendo la demanda de establecimiento de conexión de difusión de P2MP y la información de estructura del árbol para la conexión.

Un proceso específico de liberación de una conexión por la CCE, a la recepción de una demanda de liberación de conexión de difusión de P2MP, incluye las etapas siguientes.

En la etapa 1, para los puertos designados y el puerto raíz de cada puente en el árbol, la CCE envía una demanda de liberación de registro de etiqueta a una LME que controla el puente en función de la información de estructura de un árbol memorizada en la CCE, en donde la demanda de liberación de registro de etiqueta incluye uno o más elementos de registro que comprende cada uno una etiqueta y un identificador de puerto.

En la etapa 2, si la información de conexión memorizada en la CCE incluye información de una tasa de información de compromiso, la CCE necesita, además, enviar a la RCE una demanda de liberación de ruta de conexión de difusión de P2MP que incluye la información de estructura del árbol y la tasa de información de compromiso de la conexión.

Además, durante el establecimiento de una conexión de difusión de P2MP, si la demanda de establecimiento de conexión recibida por la CCE incluye una etiqueta de multidifusión, tal como un identificador de VLAN y una dirección MAC de multidifusión o una dirección MAC de multidifusión, la CCE puede reasignar un identificador de VLAN único dentro de la red de puentado y establecer una relación de mapeado de correspondencia entre el identificador VLAN y la etiqueta de multidifusión. A continuación, la CCE establece una conexión con el identificador de VLAN utilizado como una etiqueta de conexión y configura una relación de mapeado de correspondencia entre el identificador de VLAN y la etiqueta de multidifusión para puntos extremos de la conexión. Cuando ha de liberarse la conexión, la relación de mapeado configurada está obligada a liberarse. Otras etapas del proceso de establecimiento o de liberación son las mismas que las anteriormente descritas.

Un proceso específico de establecimiento de una conexión de difusión de MP2MP por la CCE, a la recepción de una demanda de establecimiento de conexión de difusión de MP2MP, incluye las etapas siguientes.

En la etapa 1, si la demanda de establecimiento de conexión recibida por la CCE incluye información de estructura de un árbol, el proceso prosigue con la etapa 2; de no ser así, la CCE consulta a la RCE sobre una demanda de establecimiento de conexión de difusión de MP2MP. Dicho de otro modo, la CCE envía a la RCE una demanda de utilización de ruta de conexión que incluye identificadores de M ($M > 2$) puentes. La demanda de utilización de ruta de conexión puede incluir también información del ancho de banda de la conexión, un puente raíz y una condición de restricción de puente.

En la etapa 2, después de obtener la información de estructura del árbol, para cada puente en el árbol, la CCE envía, para todos los puertos designados y el puerto raíz, una demanda de utilización de registro de etiqueta a una LME que controla el puente. La demanda de utilización de registro de etiqueta incluye uno o más elementos de registro que comprenden una etiqueta, un identificador de puerto y un atributo de etiqueta. En este caso, para cada puerto, existen dos elementos de registro con atributos de etiqueta correspondientes de "etiqueta de salida" y "etiqueta de entrada".

Si la demanda de establecimiento de conexión incluye información del ancho de banda, la CCE puede incluir información del ancho de banda en la demanda de utilización de registro de etiqueta enviada a la LME.

En la etapa 3, la CCE memoriza la información de conexión correspondiente incluyendo la demanda de establecimiento de conexión de difusión de MP2MP y la información de estructura del árbol para la conexión.

Un proceso específico de liberación de una conexión por la CCE, a la recepción de una demanda de liberación de conexión de difusión de MP2MP, incluye las etapas siguientes.

En la etapa 1, para cada puente en un árbol, la CCE envía una demanda de liberación de registro de etiqueta a una LME que controla este puente con respecto a todos los puertos designados y los puertos raíces del árbol según la información de estructura del árbol memorizada en la CCE. La demanda de liberación de registro de etiqueta incluye uno o más elementos de registro que comprende cada uno una etiqueta y un identificador de puerto.

En la etapa 2, si la información de conexión memorizada en la CCE incluye información del ancho de banda, la CCE envía a la RCE una demanda de liberación de ruta de conexión de difusión de MP2MP que incluye la información de estructura del árbol y la tasa de información de compromiso de la conexión.

Las operaciones de una RCE según una forma de realización de la presente invención son como sigue.

1. La RCE recibe información de configuración de enlace comunicada por cada LME o información de configuración de recurso desde el plano de gestión y establece y mantiene información de topología de la red de puentado completa. La información de topología de la red de puentado completa consiste en puentes y enlaces que conectan los puentes. La información de configuración de enlace incluye una capacidad de enlace que también se refiere como ancho de banda total de un enlace o ancho de banda del enlace. La RCE necesita inicializar el ancho de banda de reserva disponible de un enlace como el ancho de banda total del enlace.
2. La RCE recibe y memoriza información del estado de fallo de un enlace que se comunica por la LME. Un indicador de estado de fallo incluye "en fallo" y "normal".

3. La RCE recibe y memoriza la información de configuración de recursos enviada desde el plano de gestión. La información de configuración de recursos incluye la inhibición o la activación de un enlace y la inhibición o activación de un nodo de puente.

5 4. La topología de red establecida y mantenida por la RCE es una topología de red activa que consiste en recursos de topología disponibles libres de fallo. Los recursos de topología incluyen, en este caso nodos de puentes y enlaces.

10 5. La RCE recibe una demanda de utilización de ruta de conexión basada en la conexión de P2P, esto es, información de consulta de ruta, enviada desde una CCE. La información de consulta de ruta de conexión de P2P incluye principalmente una dirección MAC de un puente origen y una dirección MAC de un puente destino. La información de consulta puede incluir, además, información del ancho de banda de un enlace, un atributo de dirección de enlace, información de una ruta explícita, etc. El atributo de dirección de enlace se utiliza para indicar si la conexión de P2P es una conexión bidireccional o una conexión unidireccional. Al recibo de la información de consulta de ruta, la RCE realiza las etapas siguientes.

15 En la etapa 1, la RCE calcula una ruta completamente explícita de P2P, con puertos de entrada y de salida, para satisfacer la demanda de establecimiento de conexión, en conformidad con una topología de red actualmente activa. En este caso, si la información de consulta de ruta de conexión de P2P contiene una tasa de información de compromiso de la conexión, el enlace seleccionado por la RCE mediante el cálculo debe tener un recurso del ancho de banda de reserva correspondiente disponible para su asignación. Si la información de consulta de ruta de conexión de P2P contiene una tasa de información de pico de la conexión, la tasa de información de pico no puede superar el ancho de banda total del enlace seleccionado por la RCE.

20 En la etapa 2, si la información de consulta de ruta de conexión de P2P recibida por la RCE contiene información de la tasa de información de compromiso de la conexión, en tal caso, para cada uno de los enlaces por los que pasa la conexión, la RCE modifica el ancho de banda de reserva del enlace correspondiente en la topología de red que se memoriza en la RCE como el ancho de banda de reserva original del enlace menos la tasa de información de compromiso de la conexión, con lo que se actualiza la topología de red.

25 En la etapa 3, la RCE reenvía la información de ruta completamente explícita a la CCE.

La RCE genera una ruta según se ilustra en las Figuras 3 y 4, para la conexión de P2P en función de la información de consulta de ruta recibida por la RCE.

30 En (a, b) de las Figuras 3 y 4, "a" indica un coste de enlace y "b" indica el ancho de banda de reserva de un enlace. Se supone que la información de la demanda de establecimiento de conexión recibida por la CCE incluye un puente origen M0, un puente destino M2, una etiqueta en sentido descendente (VLAN1, Dest_MAC), una etiqueta en sentido ascendente (VLAN1, Source_MAC) y una tasa de información de compromiso 20 de la conexión. La demanda de utilización de ruta de conexión se envía a la RCE por la CCE y la información de ruta generada por la RCE es M0 a M1 a M2.

35 6. La RCE recibe una demanda de utilización de ruta de conexión para una conexión de difusión de P2MP, esto es, información de consulta de ruta, enviada desde la CCE. La información de consulta de ruta de conexión de difusión de P2MP incluye principalmente un identificador de un puente origen e identificadores de M ($M > 1$) puentes de destino. La información de consulta de ruta de conexión de difusión de P2MP puede incluir, además, información del ancho de banda de la conexión y de una condición de restricción de puente. Después de recibir la información de consulta de ruta de conexión de difusión de P2MP, la RCE calcula información de estructura de un árbol que soporta la conexión en función de la información de consulta de ruta de conexión. La RCE puede calcular la información de estructura de un árbol que soporta una conexión de difusión de P2MP a través de las etapas siguientes.

40 En la etapa 1, tomando el puente origen como un puente raíz, la RCE realiza la expansión de un árbol que satisface los requisitos de la conexión utilizando un algoritmo, tal como el algoritmo de Edsger Dijkstra, a través de un proceso específico con respecto a una topología de red activa en la red de puenteado. El proceso específico anterior puede ser como sigue: si la información de consulta de ruta de conexión contiene una tasa de información de compromiso de la conexión, el enlace seleccionado por la RCE debe tener un recurso del ancho de banda de reserva correspondiente disponible para su asignación; si la información de consulta de ruta de conexión contiene una tasa de información pico de la conexión, la tasa de información pico no puede superar el ancho de banda total del enlace seleccionado por la RCE y si la información de consulta de ruta contiene una condición de restricción de puente, el árbol expandido calculado por la RCE debe satisfacer la condición de restricción de puente.

45 En la etapa 2, el árbol expandido mediante el cálculo en la etapa 1, se recorta por la RCE para formar un árbol, en el que cada componente es un punto extremo de la conexión en la demanda de establecimiento de conexión. Un método específico para recortar el árbol puede ser como sigue: un nodo componente del árbol que no sea uno de los M puentes de destino en la información de la demanda de utilización de ruta de conexión es objeto de corte; la etapa 2 se repite hasta que no exista ningún componente del árbol como los anteriormente descritos en el árbol expandido; dicho de otro

modo, cada uno de los nodos componentes en el árbol expandido es uno de los M puentes de destino en la demanda de utilización de ruta de conexión. En este caso, el nodo componente se refiere a un nodo que tiene ningún nodo hijo.

Si la información de consulta de ruta de conexión de difusión de P2MP, recibida por la RCE, contiene información de la tasa de información de compromiso de la conexión, entonces, para cada uno de los enlaces por los que pasa el árbol expandido, la RCE necesita modificar el ancho de banda de reserva del enlace correspondiente en la topología de red memorizada en la RCE como el ancho de banda de reserva original menos la tasa de información de compromiso de la conexión, con lo que se actualiza la topología de la red. La RCE reenvía la información de estructura del árbol recortado a la CCE.

El árbol expandido por la RCE, en función de la información de consulta de ruta recibida, se representa en la Figura 5.

En (a, b) de la Figura 5, "a" indica un coste de enlace y "b" un ancho de banda de reserva de un enlace. Se supone que la información de la demanda de establecimiento de conexión recibida por la CCE incluye una conexión de difusión C1 con un puente origen M0 y puentes destino M1, M2 y M3, una tasa de información de compromiso 20 de la conexión y una etiqueta de conexión de difusión VLAN1.

Después de recibir una demanda de utilización de ruta de conexión enviada desde la CCE, la RCE expande primero un árbol que incluye los puentes M0, M1, M2, M3, C1, C2, C3 y C4 utilizando un algoritmo tradicional tal como el algoritmo de Edsgar Dijkstra teniendo en cuenta la información del ancho de banda de la conexión, en donde M0 es un puente raíz. La estructura del árbol se indica por las líneas continuas en negritas en la Figura 5.

A continuación, la RCE recorta el árbol de modo que se eliminen los puentes inutilizados que no sirven para la conexión, obteniendo de este modo un árbol con M0 como raíz. La estructura del árbol recortado es según se ilustra en la Figura 6. La RCE reenvía la información de estructura del árbol recortado según se indica en la Figura 6 a la CCE. La CCE envía una demanda de uso de registro de etiqueta a una LME para cada puente en el árbol con respecto a un puerto designado y la LME crea una entrada de reenvío de rutas para VLAN1.

7. La RCE recibe una demanda de utilización de ruta de conexión para una conexión de difusión de MP2MP, esto es, información de consulta de ruta, enviada desde la CCE. La información de consulta de ruta de conexión de difusión de MP2MP incluye principalmente información de direcciones MAC de M ($M > 2$) puentes. La información de consulta de ruta puede incluir, además, información del ancho de banda de la conexión, un puente raíz y una condición de restricción de puente raíz. Después de recibir la información de consulta de ruta, la RCE calcula la información de estructura de un árbol que soporta la conexión de difusión de MP2MP a través de las etapas siguientes.

En la etapa 1, si la información de consulta recibida por la RCE incluye información de un puente raíz, el proceso prosigue con la etapa 2; de no ser así, la RCE puede tomar un puente como el puente raíz en función de una regla nada, por ejemplo, tomar un puente con el ID mínimo como el puente raíz en función del valor del ID del puente.

En la etapa 2, basada en una topología de red activa en la red de puenteado, la RCE realiza la expansión de un árbol que satisface los requisitos de la conexión utilizando el algoritmo de Edsgar Dijkstra mediante un proceso específico en conformidad con el puente raíz determinado. El proceso específico anterior puede ser como sigue: si la información de consulta de ruta de conexión contiene una tasa de información de compromiso de la conexión, el enlace seleccionado por la RCE debe tener un recurso del ancho de banda de reserva correspondiente disponible para su asignación; si la información de consulta de ruta de conexión contiene una tasa de información pico de la conexión, la tasa de información pico no puede superar el ancho de banda total del enlace seleccionado por la RCE y si la información de consulta de ruta contiene una condición de restricción de puente, el árbol expandido calculado por la RCE debe satisfacer la condición de restricción de puente.

En la etapa 3, cuando ningún árbol satisface los requisitos de la conexión que se calcula a través de la etapa 2 anterior, si la información de consulta recibida por la RCE no incluye ninguna información de un puente raíz, la RCE puede seleccionar de nuevo un puente que no se utilice en las etapas anteriores como el puente raíz y luego, el proceso de expansión del árbol en la etapa 2 es objeto de repetición. Si la información de consulta de ruta recibida por la RCE incluye información de un puente raíz o si ningún árbol que satisface los requisitos de la conexión se puede calcular por la RCE con todos los puentes de la información de consulta de ruta tomado como el puente raíz en sucesión, el proceso de calcular un árbol para esta información de consulta de ruta finaliza en este punto y ya no se realizarán las siguientes etapas. En este momento, el proceso de configurar la información de rutas de reenvío por el sistema de control para la demanda de establecimiento de conexión también finaliza. Si un árbol que satisface los requisitos de la conexión se calcula mediante la etapa 2 anterior, el proceso prosigue con las etapas siguientes.

En la etapa 4, el árbol calculado en la etapa 2 se recorta para formar un árbol no expandido, del que cada nodo componente es un punto extremo de la conexión en la demanda de establecimiento de conexión. Un método específico para recortar el árbol puede ser como sigue: un nodo componente del árbol que no sea uno de M puentes de destino incluidos en la demanda de utilización de ruta de conexión es objeto de corte y el corte se repite hasta que no exista ningún nodo componente similar al anteriormente descrito en el árbol expandido. Si ningún nodo raíz se designa en la demanda de utilización de ruta de conexión, en tal caso, si el nodo raíz del árbol expandido no es uno de los M puentes

designados en la información de la demanda de utilización de ruta de conexión y este nodo raíz solamente tiene un nodo hijo que tiene también solamente un nodo hijo, se corta el nodo raíz y el nodo hijo del nodo raíz original se convierte en un nuevo puente raíz del árbol expandido. El proceso anterior de corte de un nodo raíz se repite hasta que no exista ningún nodo raíz en el árbol expandido.

5 Si la información de consulta de ruta de conexión de difusión de MP2MP, recibida por la RCE, contiene información de la tasa de información de compromiso de la conexión, en tal caso, para cada uno de los enlaces por donde pasa el árbol expandido, la RCE necesita modificar el ancho de banda de reserva del enlace correspondiente en la topología de red memorizada en la RCE como el ancho de banda de reserva original del enlace menos la tasa de información de
10 compromiso de la conexión, con lo que se actualiza la topología de red. La RCE reenvía información de estructura del árbol recortado a la CCE.

8. Cuando la RCE recibe una demanda de liberación de ruta de conexión de MP2MP o difusión de P2MP o P2P, según una ruta completamente explícita de P2P, con puertos de entrada y salida, o la información de estructura de un árbol, un atributo unidireccional o bidireccional, información de una tasa de información de compromiso de la conexión en la
15 demanda de liberación de ruta de conexión, para un enlace entre puentes próximos por los que pasa la conexión, la RCE modifica el ancho de banda de reserva del enlace correspondiente en la topología de red memorizada en la RCE como el ancho de banda de reserva original más la capacidad del ancho de banda de reserva correspondiente, con lo que se actualiza la topología de la red.

Puesto que pueden existir conexiones de P2P considerablemente numerosas en una red, con el fin de permitir una mejor capacidad de expansión en términos de la escala de conexiones en una red de puentado, esto es, para no sobrecargar una CCE, la CCE se divide todavía más, en las operaciones para una conexión de P2P en las soluciones anteriores, en una CCE centralizada y una pluralidad de entidades CCEs distribuidas. Dicho de otro modo, la CCE es de una estructura
20 de tipo 'padre-hijo'. La CCE centralizada es la CCE padre y puede disponerse en un servidor. La pluralidad de entidades CCEs distribuidas son las CCEs hijo y el número de las CCEs hijo debe corresponder al número de puentes en la red de puentado. Cada una de las entidades CCEs hijo corresponde a un puente y se puede incorporar en el dispositivo de puentado a como alternativa, actuar como autónomo con el dispositivo de puente.

Con esta solución técnica, una LME intercambia información directamente con una entidad de control distribuido CCE, (esto es, una CCE hijo), la RCE y el sistema de gestión u otras aplicaciones de capas superiores intercambiar información con solamente la CCE centralizada (esto es, la CCE padre), el estado de fallo de conexión de un sistema de
25 datos se comunica a la CCE padre solamente y la entidad de control padre CCE intercambia información con la entidad de control hijo CCE. Con la excepción anterior, la forma de intercambiar otra información es la misma que se describió en las formas de realización anteriores. Además, las operaciones de la RCE y de las entidades LMEs son, por sí mismas, las mismas que las descritas en las formas de realización anteriores.

En el caso de que una CCE está dividida en un CCE padre y CCEs hijo, un sistema de control según una forma de realización de la presente invención es según se representa en la Figura 7.

40 En la Figura 7, el sistema de control incluye entidades de control y dispositivos de puentado. La RCE y la CCE padre están dispuestas en un servidor separado, mientras que las entidades LMEs y CCEs hijo están incorporadas en los dispositivos de puentado. Canales de señalización están provistos entre el servidor y los puentes. Los canales de señalización se indican por las líneas de trazos entre el servidor y los puentes en la Figura 7, los enlaces que conectan
45 los puentes en la red de puentado se indican por las líneas continuas en negritas en la Figura 7 los enlaces externos que conectan los dispositivos externos a la red de puentado se indican por las líneas de puntos y trazos en la Figura 7.

El intercambio de información entre las entidades de control de un sistema de control, entre el sistema de control y un sistema de gestión y entre el sistema de control y un sistema de datos según la presente invención se ilustran en la
50 Figura 8. El intercambio de información anterior incluye principalmente: información relativa a una ruta de conexión se intercambia entre la CCE padre y la RCE; información relativa a una etiqueta de conexión se intercambia entre una CCE hijo y una LME, por ejemplo, la LME recibe un informe de control de estado de enlace desde el sistema de datos y comunica la información de una etiqueta afectada, esto es, una etiqueta afectada por un fallo de enlace, a la CCE hijo en función del estado de enlace y a la recepción de la información de fallo de la etiqueta, la CCE hijo analiza la conexión afectada y comunica, además, la información de estado de fallo de la conexión a la CCE padre y el sistema de datos puede controlar directamente una conexión establecida, por ejemplo, el sistema de datos puede configurar una conexión a controlarse en un bloque funcional de OAM del sistema de datos a través del sistema de gestión y comunica la información de estado de fallo de la conexión a la CCE padre y después de recibir la información de estado de fallo de la conexión, la CCE padre mantiene y gestiona la conexión en función del estado de fallo, por ejemplo, la CCE padre
55 recupera una conexión de fallo a través de un mecanismo de reencaminamiento y comunica la información de alarma para la conexión al sistema de gestión. Puesto que cada uno de los puentes corresponde a una LME separada y a una CCE hijo, un sistema de control debe incluir una pluralidad de entidades LMEs y una pluralidad de CCEs. Para mayor simplicidad, solamente se representa en la Figura 7 una LME y una CCE.

60

Según una forma de realización de la presente invención, un proceso de establecimiento de una conexión después de que la CCE padre reciba una demanda de establecimiento de conexión de P2P, incluye principalmente las etapas siguientes.

5 En la etapa 1, si la demanda de establecimiento de conexión de P2P recibida por la CCE padre contiene información de una ruta completamente explícita de P2P con puertos de entrada y salida, el proceso prosigue con la etapa 2; de no ser así, la CCE padre consulta la RCE sobre una ruta completamente específica de su procedencia. Dicho de otro modo, la CCE padre envía a la RCE una demanda de utilización de ruta de conexión que contiene información de consulta de ruta de conexión que incluye principalmente una dirección MAC de un puente origen y una dirección MAC de un puente destino. La información de consulta de ruta de conexión puede incluir, además, información del ancho de banda de la conexión, un atributo de dirección de la conexión, esto es, información de una conexión bidireccional o unidireccional, información de la ruta explícita, etc.

15 En la etapa 2, a la obtención de la información de la ruta completamente explícita de P2P, con puertos de entrada y salida, la CCE padre adquiere información de cada uno de los saltos operativos desde la ruta completamente explícita y envía, en función de la información de cada salto operativo, una demanda de configuración de conexión a una CCE hijo que controla este salto operativo. La información de demanda de configuración de conexión contiene la información del salto operativo actual de la ruta completamente explícita de P2P además de la demanda de establecimiento de conexión original. La CCE padre debe enviar la información de la ruta completamente explícita de P2P a al menos una CCE hijo que conecta un salto operativo en la conexión, tal como la CCE hijo correspondiente al puente origen. Si la información de ruta contiene información del ancho de banda, esto es, la conexión tiene una demanda del ancho de banda, la demanda de configuración de conexión enviada desde la CCE padre a la CCE hijo contiene la información del ancho de banda. La CCE padre puede memorizar solamente la información de la demanda de establecimiento de conexión cuando se reciba. Se apreciará que la CCE padre puede memorizar también, por sí misma, la información de la ruta completamente explícita de P2P de la conexión.

25 En la etapa 3, a la recepción de la demanda de configuración de conexión, la CCE hijo envía, en función de la información de la demanda de configuración de conexión, a la LME una demanda de utilización de registro de etiqueta. La información de la demanda de utilización de registro de etiqueta incluye una etiqueta en sentido descendente, un identificador de puerto de salida, una etiqueta en sentido ascendente y un identificador de puerto de entrada. Si la demanda de configuración de conexión recibida por la CCE hijo contiene información del ancho de banda, la demanda de utilización de registro de etiqueta enviada desde la CCE hijo a la LME incluye también información del ancho de banda.

35 En la etapa 4, la CCE hijo memoriza la información de conexión correspondiente.

Un proceso específico de liberación de una conexión después de que la CCE padre reciba una demanda de liberación de conexión de P2P incluye las etapas siguientes.

40 En la etapa 1, la CCE padre adquiere información de ruta de la conexión desde las entidades CCEs y envía, con respecto a la información de cada uno de los saltos operativos de la conexión, una demanda de configuración de conexión de liberación a una CCE hijo que controla este salto operativo.

45 En la etapa 2, a la recepción de la demanda de configuración de conexión de liberación, la CCE hijo envía a una LME que controla el mismo salto operativo que esta CCE hijo una demanda de liberación de registro de etiqueta. La información de la demanda de liberación de registro de etiqueta incluye una etiqueta en sentido descendente, un identificador de puerto de salida, una etiqueta en sentido ascendente y un puerto de entrada. Si la información de la demanda de utilización de registro enviada originalmente desde la CCE padre contiene información del ancho de banda, la demanda de liberación de registro de etiqueta incluye también información del ancho de banda.

50 Cuando la CCE utiliza una CCE padre y una pluralidad de CCEs hijo, el principio del sistema de control según la presente invención es el mismo que cuando la CCE utiliza solamente una entidad de control y no se describirá aquí en detalle. En las formas de realización de la presente invención, se utiliza un método de combinación de una CCE centralizada y de CCEs distribuidas y la información de ruta tal como la información de una ruta completamente explícita de una conexión de P2P se memoriza en las CCEs distribuidas, con lo que se permite una mayor capacidad de expansión de la escala de las conexiones punto a punto.

55 Aunque la presente invención se ha ilustrado con referencia a algunas formas de realización, a los expertos en esta materia se les ocurrirá, con facilidad, numerosas variaciones y modificaciones, sin desviarse por ello de la idea inventiva de la presente invención, las cuales quedarán dentro del alcance de protección de la invención.

65

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de control en una red Ethernet, que comprende una entidad de gestión de enlace, una entidad de control de ruta y un elemento de control de conexión, en donde:

la entidad de control de ruta está adaptada para adquirir información de enlace de la red Ethernet que se obtiene por intermedio de un protocolo de control de capa 2 de la red Ethernet, para establecer y mantener una topología de red de la red Ethernet en conformidad con la información de enlace en una manera centralizada y para calcular una ruta entre puentes extremos para una demanda de establecimiento de conexión recibida por el sistema de control en conformidad con la topología de red;

la entidad de gestión de enlace, que corresponde a un puente, está adaptada para detectar y proporcionar información de enlace entre un puente correspondiente a la entidad de gestión de enlace y un puente próximo a una entidad de control de ruta conforme a un protocolo de control de capa 2 de una red Ethernet y para configurar información de ruta de reenvío de un sistema de datos del puente correspondiente a la entidad de gestión de enlace, conforme a la información de una demanda de utilización de registro de etiqueta o una demanda de liberación de registro de etiqueta enviada por un elemento de control de conexión y

el elemento de control de conexión está adaptado para adquirir, a la recepción de una demanda de establecimiento de conexión, información de ruta de una conexión que se necesita establecer desde la entidad de control de ruta y para enviar una demanda de utilización de registro de etiqueta o una demanda de liberación de registro de etiqueta a cada una de las entidades de gestión de enlace correspondientes a los puentes por los que pasa la ruta.

2. El sistema de control según la reivindicación 1, en donde la entidad de control de ruta incluye un módulo de mantenimiento de topología de red y un módulo de cálculo de ruta, en donde

el módulo de mantenimiento de topología de red está adaptado para establecer y mantener información de la topología de red de la red Ethernet en función de la información de enlace recibida desde las entidades de gestión de enlace y para modificar la información de la topología de red en función de la información de ruta de la conexión que necesita establecerse o liberarse y

el módulo de cálculo de ruta está adaptado para calcular y proporcionar la información de ruta de la conexión que debe establecerse en el elemento de control de conexión en conformidad con la información de la topología de red.

3. El sistema de control según la reivindicación 1, en donde el elemento de control de conexión es de una estructura centralizada o de una estructura del tipo 'padre-hijo';

si se trata de la estructura centralizada, el elemento de control de conexión controla la conexión de una pluralidad de puentes en la red de puenteado y el elemento de control de conexión, que utiliza la estructura centralizada, es una entidad de control centralizada;

si se trata de la estructura del tipo 'padre-hijo', el elemento de control de conexión incluye un elemento de control de conexión padre y elementos de control de conexión hijos, cuyo número corresponde al número de los puentes;

el elemento de control de conexión padre es una entidad de control centralizada y a la recepción de una demanda de establecimiento de conexión o una demanda de liberación de conexión, el elemento de control de conexión padre adquiere la información de ruta de la conexión que necesita establecerse o liberarse y envía información de configuración de conexión a cada uno de los elementos de control de conexión hijos correspondientes a los puentes por los que pasa la ruta y

los elementos de control de conexión hijos emplean una forma de control distribuido y son entidades de control distribuido, cada uno de los elementos de control de conexión hijo controla un puente único correspondiente al elemento de control de conexión hijo y cada uno de los elementos de control de conexión hijo envía una demanda de uso de registro de etiqueta o una demanda de liberación de registro de etiqueta a una entidad de gestión de enlace correspondiente al elemento de control de conexión hijo en función de la información de configuración de conexión enviada desde el elemento de control de conexión padre.

4. El sistema de control según la reivindicación 1, en donde la entidad de control de ruta y el elemento de control de conexión son entidades de control centralizado y un canal de señalización que utiliza una configuración de conmutación de capa 2 está previsto entre la entidad de control centralizado y la entidad de gestión de enlace y está adaptado para intercambiar informaciones entre la entidad de control centralizado y la entidad de gestión de enlace.

5. Un método para transportar un paquete de datos en una red Ethernet, que comprende las etapas de:

la detección y el suministro, por una entidad de gestión de enlace, de información de enlace entre un puente correspondiente a la entidad de gestión de enlace y un puente próximo a una entidad de control de ruta en conformidad con un protocolo de control de capa 2 de una red Ethernet;

5 la adquisición, en conformidad con un protocolo de control de capa 2 de la red Ethernet, por una entidad de control de ruta, de información de enlace de la red Ethernet y el establecimiento y mantenimiento de una topología de red de la red Ethernet en conformidad con la información de enlace en una forma centralizada;

10 el cálculo, en conformidad con la topología de red, por la entidad de control de ruta, de una ruta entre puentes extremos de una conexión para una demanda de establecimiento de conexión recibida por el sistema de control;

15 la adquisición, por un elemento de control de conexión, a la recepción de una demanda de establecimiento de conexión, de la ruta de una conexión que necesita establecerse desde la entidad de control de ruta y el envío de una demanda de utilización de registro de etiqueta o una demanda de liberación de registro de etiqueta para cada una de las entidades de gestión de enlace correspondientes a los puentes por donde pasa la ruta;

20 la configuración, por la entidad de gestión de enlace, de información de ruta de reenvío de un sistema de datos de cada puente por los que pasa la conexión en función de la información de la demanda de utilización de registro de etiqueta o la demanda de liberación de registro de etiqueta enviada desde el elemento de control de conexión y

el reenvío de un paquete de datos por el sistema de datos de cada puente en función de la información de ruta de reenvío.

25 **6.** El método según la reivindicación 5, en donde la etapa de adquisición de información de enlace de la red Ethernet, por una entidad de control de ruta, y el establecimiento y mantenimiento de una topología de red de la red Ethernet en función de la información de enlace, en una forma centralizada, comprende:

30 cuando se detecta un enlace entre un puente y un puente próximo o se detecta un cambio en la información de estado de un enlace, la comunicación, por la entidad de gestión de enlace, de la información de enlace en conformidad con el protocolo de control de capa 2 de la red Ethernet y

35 el establecimiento y mantenimiento de la topología de red de la red Ethernet en función de la información de enlace comunicada por la entidad de gestión de enlace y/o la información de configuración de recursos configurada y enviada desde un plano de gestión.

7. El método según la reivindicación 6, en donde la información de enlace incluye información de configuración del enlace detectado, información de fallo de enlace e información de eliminación de fallos de enlace y

40 cuando se recibe la información de configuración del enlace detectado, la entidad de control de ruta añade el enlace en la topología de red; cuando se recibe la información de fallo de enlace, la entidad de control de ruta establece el estado del enlace correspondiente al estado de fallo y cuando se recibe la información de eliminación de fallo de enlace, la entidad de control de ruta establece el estado del enlace correspondiente al estado normal.

45 **8.** El método según la reivindicación 6, en donde la etapa de enviar una demanda de utilización de registro de etiqueta o una demanda de liberación de registro de etiqueta a cada una de las entidades de gestión de enlace y la configuración, por la entidad de gestión de enlace, de información de ruta de reenvío de un sistema de datos de cada puente por los que pasa la conexión, comprende:

50 el envío, en función de la información de ruta, en la demanda de establecimiento de conexión, por un elemento de control de conexión, de una demanda de utilización de registro de etiqueta a la entidad de gestión de enlace correspondiente a cada puente indicado en la información de ruta y

55 la configuración, en función de la demanda de utilización de registro de etiqueta recibida, por la entidad de gestión de enlace, de la información de reenvío de ruta en el sistema de datos del puente correspondiente a la entidad de gestión de enlace.

60 **9.** El método según la reivindicación 5, en donde la etapa de cálculo conforme a la topología de red, por la entidad de control de ruta, de una ruta entre puentes extremos de una conexión para una demanda de establecimiento de conexión recibida por el sistema de control, el envío de una demanda de utilización de registro de etiqueta o de una demanda de liberación de registro de etiqueta a cada una de las entidades de gestión de enlace y la configuración, por la entidad de gestión de enlace, de información de ruta de reenvío de un sistema de datos de cada puente por el que pasa la conexión, comprende:

65 la recepción, por un elemento de control de conexión, de la demanda de establecimiento de conexión y el envío de información de una demanda de utilización de ruta de conexión a la entidad de control de ruta;

el cálculo, en conformidad con la topología de red, por la entidad de control de ruta, de una ruta entre puentes extremos de una conexión para la demanda de utilización de ruta de conexión recibida y el reenvío de la información de ruta calculada al elemento de control de conexión;

5 el envío, en conformidad con la información de ruta recibida, por el elemento de control de conexión, de una demanda de utilización de registro de etiqueta a la entidad de gestión de enlace correspondiente a cada puente por el que pasa la conexión y

10 la configuración, en conformidad con la demanda de utilización de registro de etiqueta recibida, por la entidad de gestión de enlace, de la información de reenvío de ruta en el sistema de datos del puente correspondiente a la entidad de gestión de enlace.

15 **10.** El método según la reivindicación 9, en donde la demanda de establecimiento de conexión es una demanda de establecimiento de conexión punto a punto y la información de la demanda de utilización de ruta de conexión contiene una dirección MAC de un puente origen y de una dirección MAC de un puente destino o la información de la demanda de utilización de ruta de conexión transmite información del ancho de banda y/o un atributo de dirección de conexión, además de una dirección MAC de un puente origen y de una dirección MAC de un puente destino;

20 la etapa de calcular, en conformidad con la topología de red, por la entidad de control de ruta, de una ruta entre puentes extremos de una conexión para la demanda de utilización de ruta de conexión recibida y el reenvío de la información de ruta calculada al elemento de control de conexión comprende:

25 calcular, en conformidad con una topología de red actualmente activa, por la entidad de control de ruta, de una ruta punto a punto, completamente explícita, por puertos de entrada y de salida para la demanda de utilización de ruta de conexión recibida y el reenvío de información de ruta al elemento de control de conexión y

30 si la información del ancho de banda está incluida en la demanda de utilización de ruta de conexión, la actualización de la topología de red por la entidad de control de ruta en función de la información del ancho de banda y de la ruta punto a punto, completamente explícita, calculada.

11. El método según la reivindicación 9, en donde la demanda de establecimiento de conexión es una demanda de establecimiento de conexión de difusión punto a multipunto y la información de la demanda de utilización de ruta de conexión contiene una dirección MAC de un puente origen y direcciones MAC de una pluralidad de puentes destino o

35 la información de la demanda de utilización de ruta de conexión incluye información del ancho de banda y/o una condición de restricción de puente, además de una dirección MAC de un puente origen y direcciones MAC de una pluralidad de puentes destino;

40 la etapa de calcular, en conformidad con la topología de red, por la entidad de control de ruta, de una ruta entre puentes extremos de una conexión para la demanda de utilización de ruta de conexión recibida y el reenvío de la información de ruta calculada al elemento de control de conexión comprende:

45 el cálculo, con el puente origen como un puente raíz, por la entidad de control de ruta, de un árbol expandido para la demanda de utilización de ruta de conexión recibida, en conformidad con una topología de red actualmente activa y el corte de componentes de expansión del árbol que no sean direcciones de destino;

el reenvío, por la entidad de control de ruta, de información de estructura del árbol resultante del corte como información de ruta al elemento de control de conexión y

50 si la información del ancho de banda está contenida en la demanda de utilización de ruta de conexión, la actualización de la topología de red por la entidad de control de ruta en función de la información del ancho de banda y de la información de estructura del árbol.

55 **12.** El método según la reivindicación 9, en donde la demanda de establecimiento de conexión es una demanda de establecimiento de conexión de difusión multipunto a multipunto y la información de la demanda de utilización de ruta de conexión incluye direcciones MAC de una pluralidad de puentes o

60 la información de la demanda de utilización de ruta de conexión incluye información del ancho de banda y/o información del puente raíz y/o una condición de restricción de puente, además de las direcciones MAC de una pluralidad de puentes;

la etapa de cálculo, en conformidad con la topología de red, por la entidad de control de ruta, de una ruta entre puentes extremos de una conexión para la demanda de utilización de ruta de conexión recibida y el reenvío de la información de ruta calculada al elemento de control de conexión comprende:

65

la adquisición, por la entidad de control de ruta, de la información de puente raíz en la demanda de utilización de ruta de conexión o, si no existe ninguna información de puente raíz en la demanda de utilización de ruta de conexión, la determinación de un puente raíz por la entidad de control de ruta en conformidad con una estrategia predeterminada;

5 el cálculo, en conformidad con una topología de red actualmente activa y del puente raíz, por la entidad de control de ruta, de un árbol expandido para la demanda de utilización de ruta de conexión recibida y el corte del árbol expandido, de modo que cada componente del árbol expandido recortado sea un puente en la demanda de utilización de ruta de conexión;

10 el reenvío, por la entidad de control de ruta, de información de estructura del árbol con los componentes de expansión recortados como información de ruta al elemento de control de conexión y

si la información de una tasa de información de compromiso está incluida en la demanda de utilización de ruta de conexión, la actualización de la topología de red por la entidad de control de ruta en función de la información del ancho de banda y de la información de estructura del árbol.

15 **13.** El método según la reivindicación 9 que comprende, además:

si la información del ancho de banda está incluida en la demanda de establecimiento de conexión, el envío, por el elemento de control de conexión, de la información del ancho de banda a la entidad de gestión de enlace y

cuando se determina que la información del ancho de banda está incluida en la información de ruta recibida, el envío, por la entidad de gestión de enlace, de la información del ancho de banda a un sistema de datos y la reserva de un recurso en función de la información del ancho de banda y la realización del control del tráfico por el sistema de datos.

25 **14.** El método según la reivindicación 5 que comprende, además:

la recepción, por un elemento de control de conexión, de una demanda de liberación de conexión, la adquisición de información de ruta correspondiente a la demanda de liberación de conexión y el envío de una demanda de liberación de registro de etiqueta a una entidad de gestión de enlace correspondiente a cada puente por el que pasa la conexión, en función de la información de ruta y

la eliminación, en conformidad con la demanda de liberación de registro de etiqueta recibida, por la entidad de gestión de enlace, de la información de reenvío de ruta correspondiente en un sistema de datos de un puente correspondiente a la entidad de gestión de enlace.

35 **15.** El método según la reivindicación 14, en donde

el elemento de control de conexión adquiere la información de ruta correspondiente a la conexión que necesita liberarse desde la información de ruta memorizada en el propio elemento de control de conexión y

si el elemento de control de conexión es de una estructura de tipo 'padre-hijo', un elemento de control de conexión padre, en el elemento de control de conexión, adquiere la información de ruta correspondiente a la conexión que necesita liberarse en función de la información de ruta memorizada en el propio elemento de control de conexión padre o de la información de ruta memorizada en un elemento de control de conexión hijo.

50 **16.** El método según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 15, en donde si la conexión es una conexión punto a punto, la demanda de establecimiento de conexión incluye una dirección MAC de un puente origen, una dirección MAC de un puente de destino y de la información de etiqueta que identifica la conexión y la información de etiqueta incluye un identificador de VLAN en sentido ascendente y/o una dirección MAC de un puente de destino en sentido ascendente o la información de etiqueta incluye un identificador de VLAN en sentido ascendente y/o una dirección MAC de un puente de destino y un identificador VLAN en sentido descendente y/o una dirección MAC de un puente de destino;

si la conexión es una conexión punto a multipunto, la demanda de establecimiento de conexión incluye una dirección MAC de un puente origen, direcciones MAC de una pluralidad de puentes de destino e información de etiqueta que identifica la conexión y la información de etiqueta incluye un identificador VLAN y/o una dirección MAC de multidifusión y

si la conexión es una conexión multipunto a multipunto, la demanda de establecimiento de conexión incluye una pluralidad de puentes e información de etiqueta que identifica la conexión y la información de etiqueta incluye un identificador de VLAN y/o una dirección MAC de multidifusión.

60 **17.** El método según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 15 que comprende, además:

el mantenimiento, por un elemento de control de conexión, de una conexión afectada por un fallo, en conformidad con la información de estado de conexión recibida desde un sistema de datos o la información de estado de fallo de etiqueta recibida desde una entidad de gestión de enlace y

- 5 si el elemento de control de conexión es de una estructura de 'padre-hijo', el mantenimiento, por un elemento de control de conexión padre, de la conexión afectada por el fallo, en conformidad con la información de estado de fallo de conexión recibida desde el sistema de datos o la información de estado de fallo de etiqueta recibida desde la entidad de gestión de enlace.
18. El método según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 15, en donde si el elemento de control de conexión es una estructura 'padre-hijo',
- 10 la información se intercambia entre un elemento de control de conexión padre y la entidad de control de ruta y la información de configuración de conexión se intercambia entre el elemento de control de conexión padre y un elemento de control de conexión hijo o la información de configuración de conexión y la información del estado de fallo de conexión se intercambian entre el elemento de control de conexión padre y el elemento de control de conexión hijo;
- 15 en conformidad con la información del estado de fallo de conexión, el elemento de control de conexión padre mantiene una conexión afectada por un fallo y
- 20 en conformidad con la información de configuración de conexión recibida, el elemento de control de conexión hijo envía una demanda de utilización de registro de etiqueta o una demanda de liberación de registro de etiqueta a una entidad de gestión de enlace en correspondencia con el elemento de control de conexión hijo.

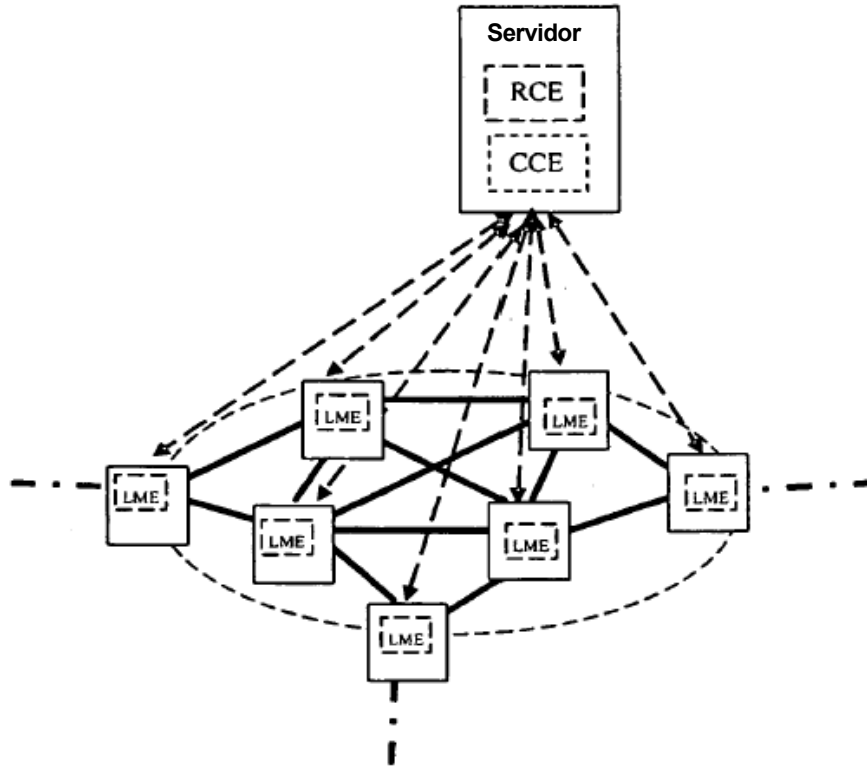


Figura 1

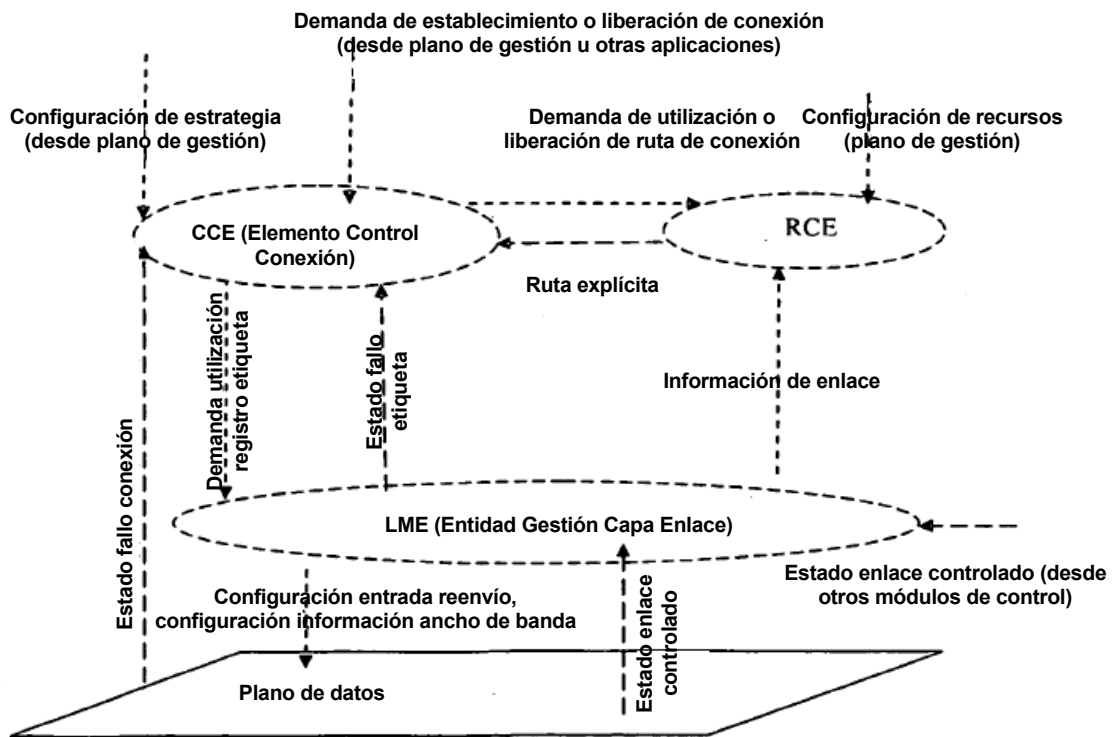


Figura 2

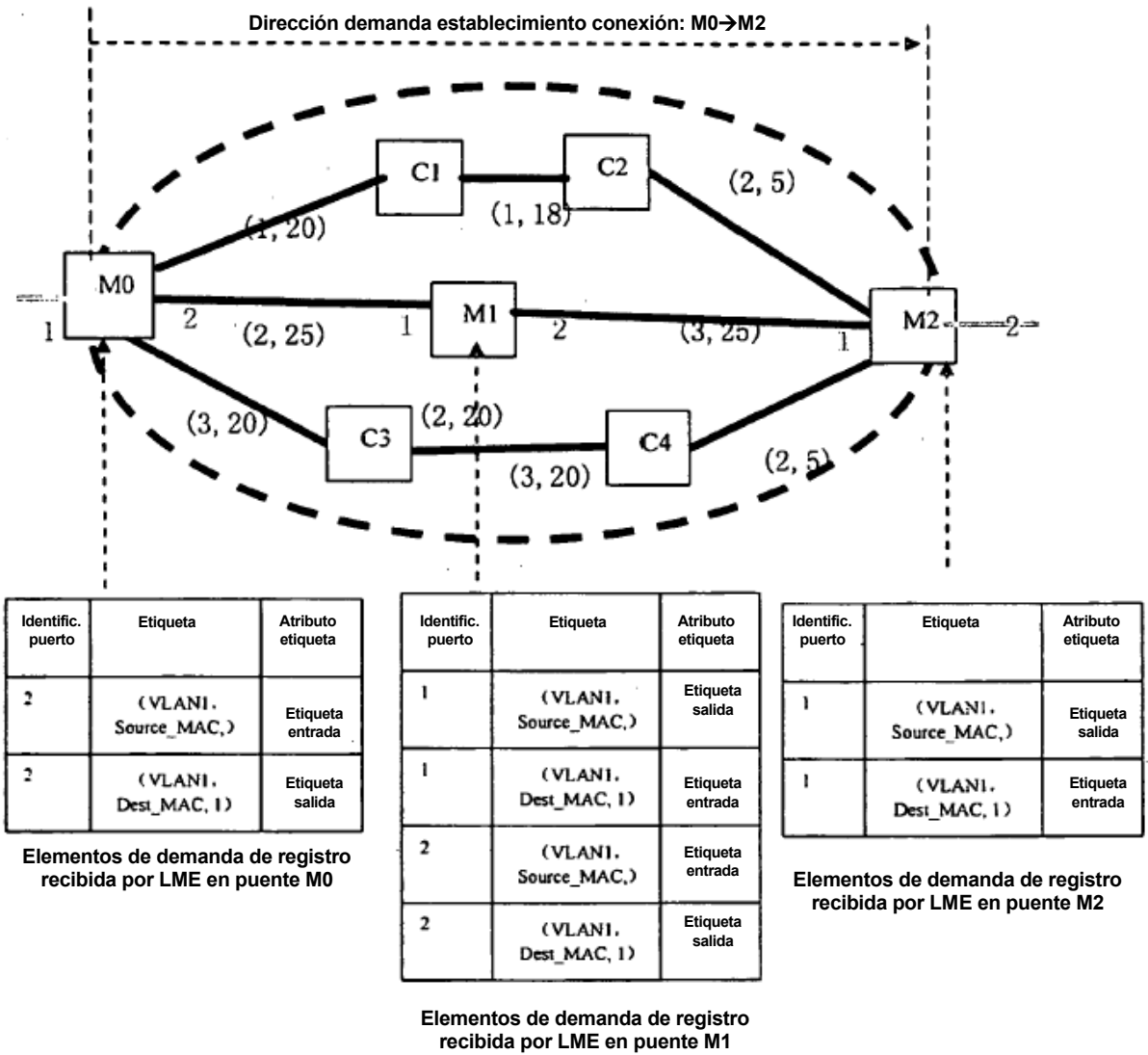


Figura 3

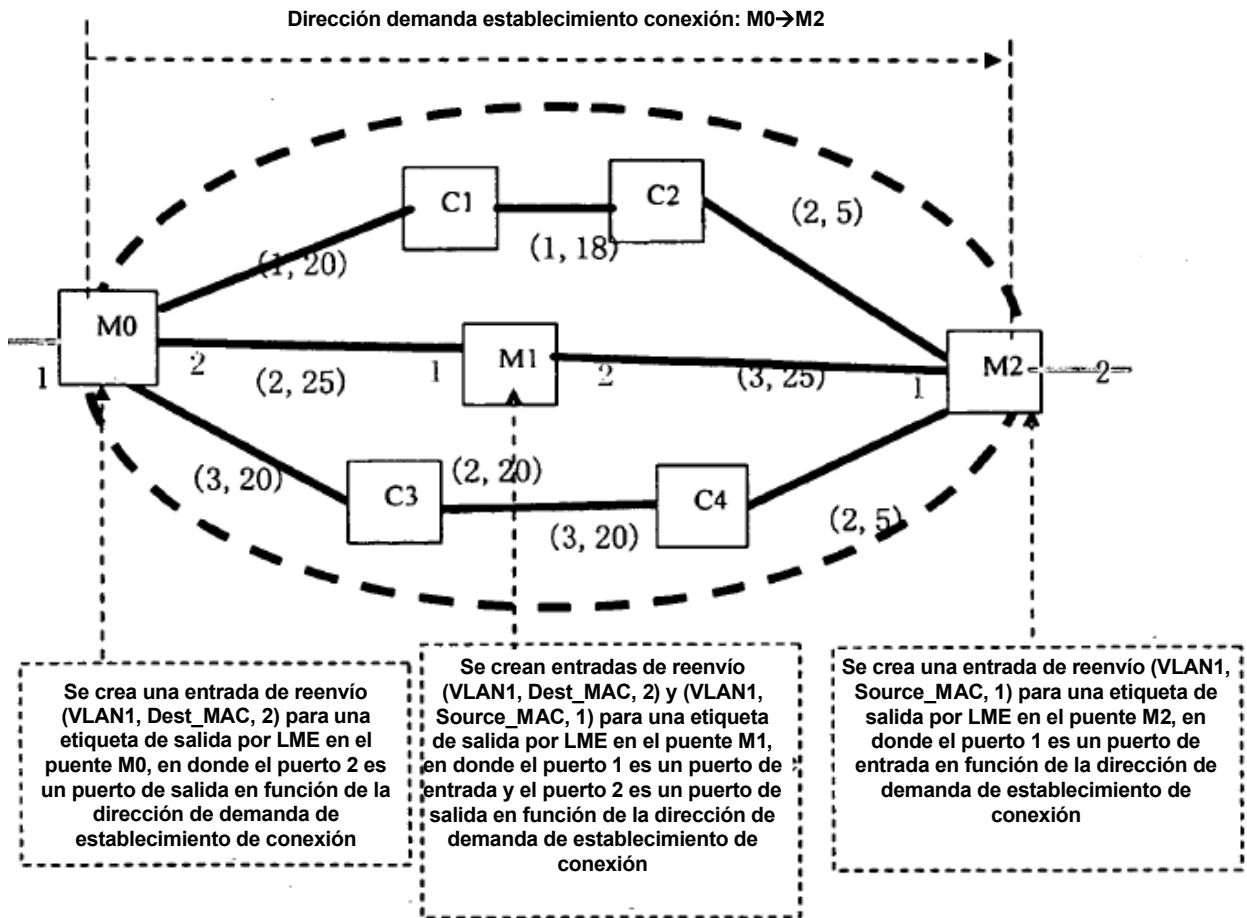


Figura 4

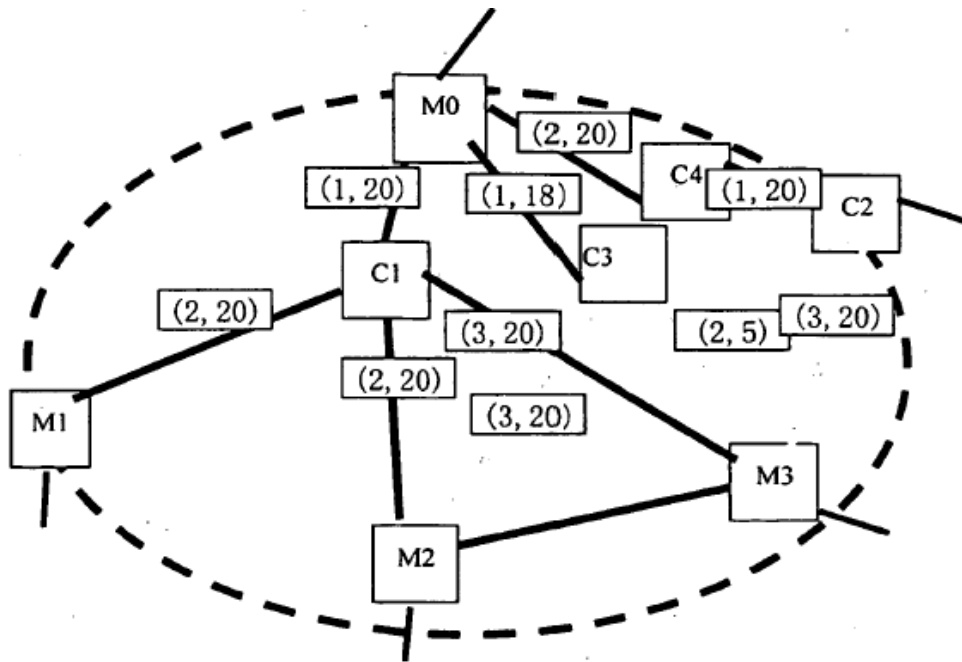


Figura 5

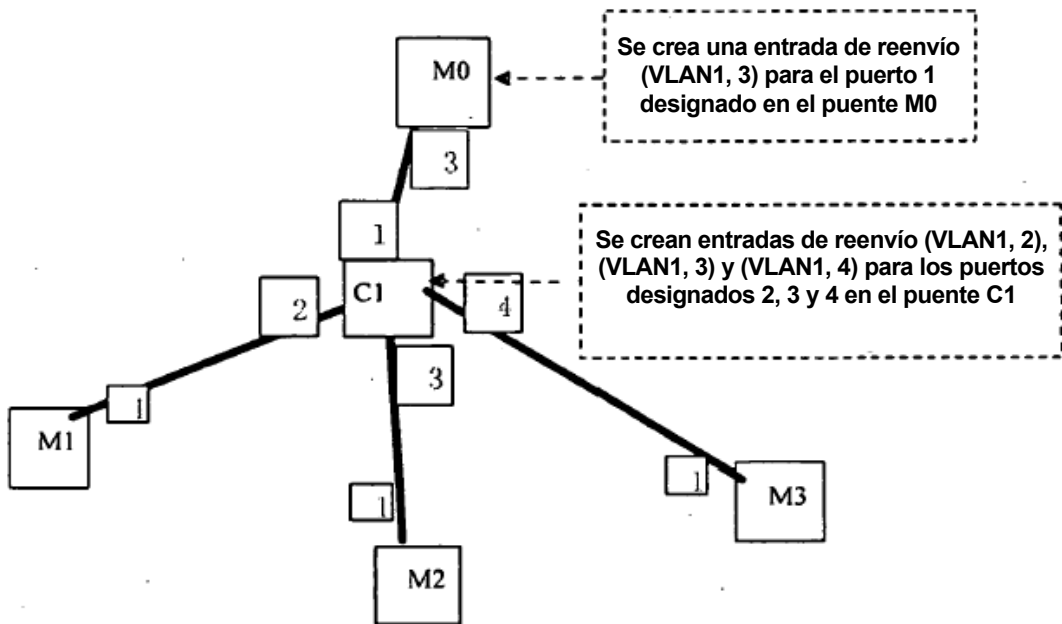


Figura 6

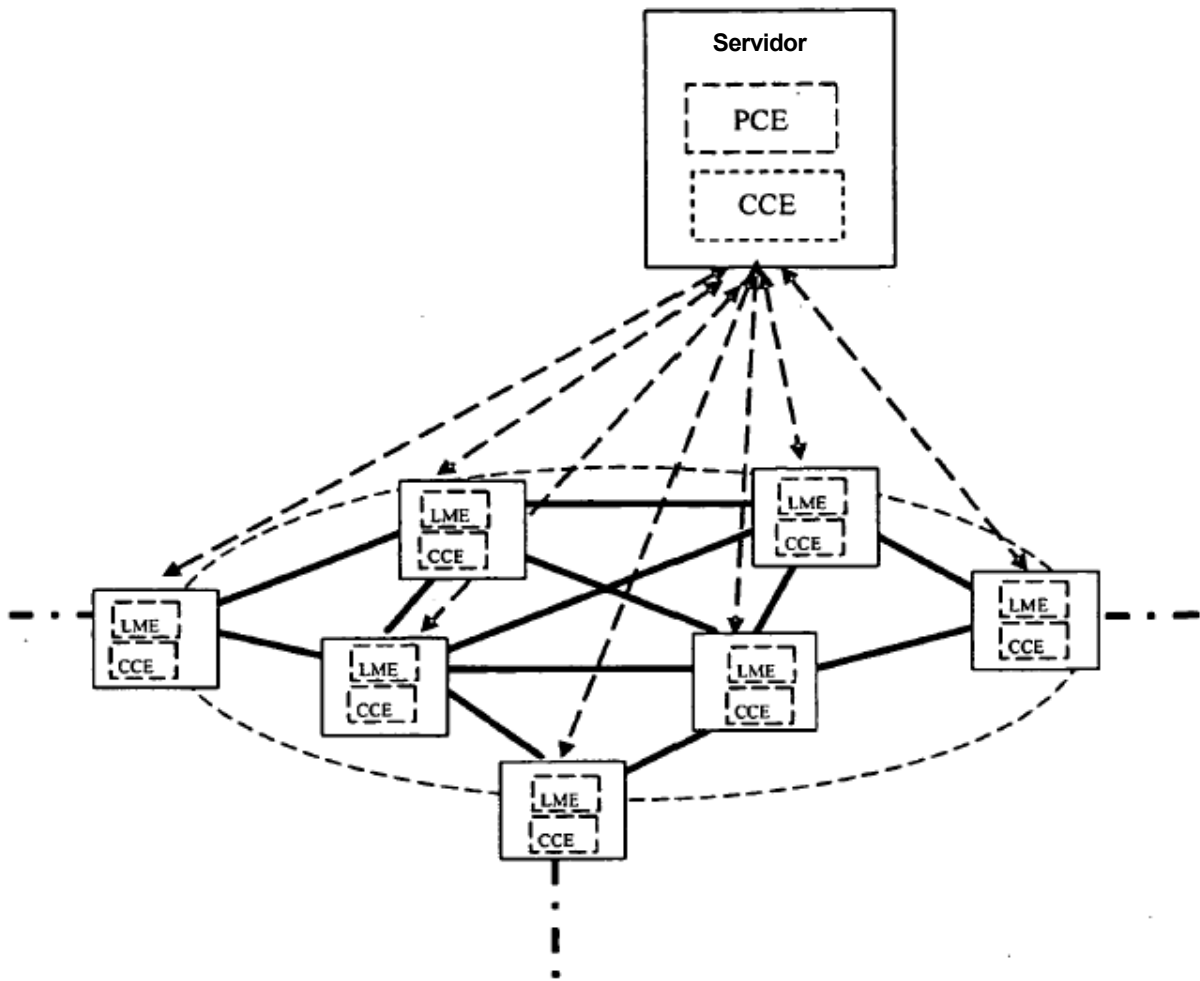


Figura 7

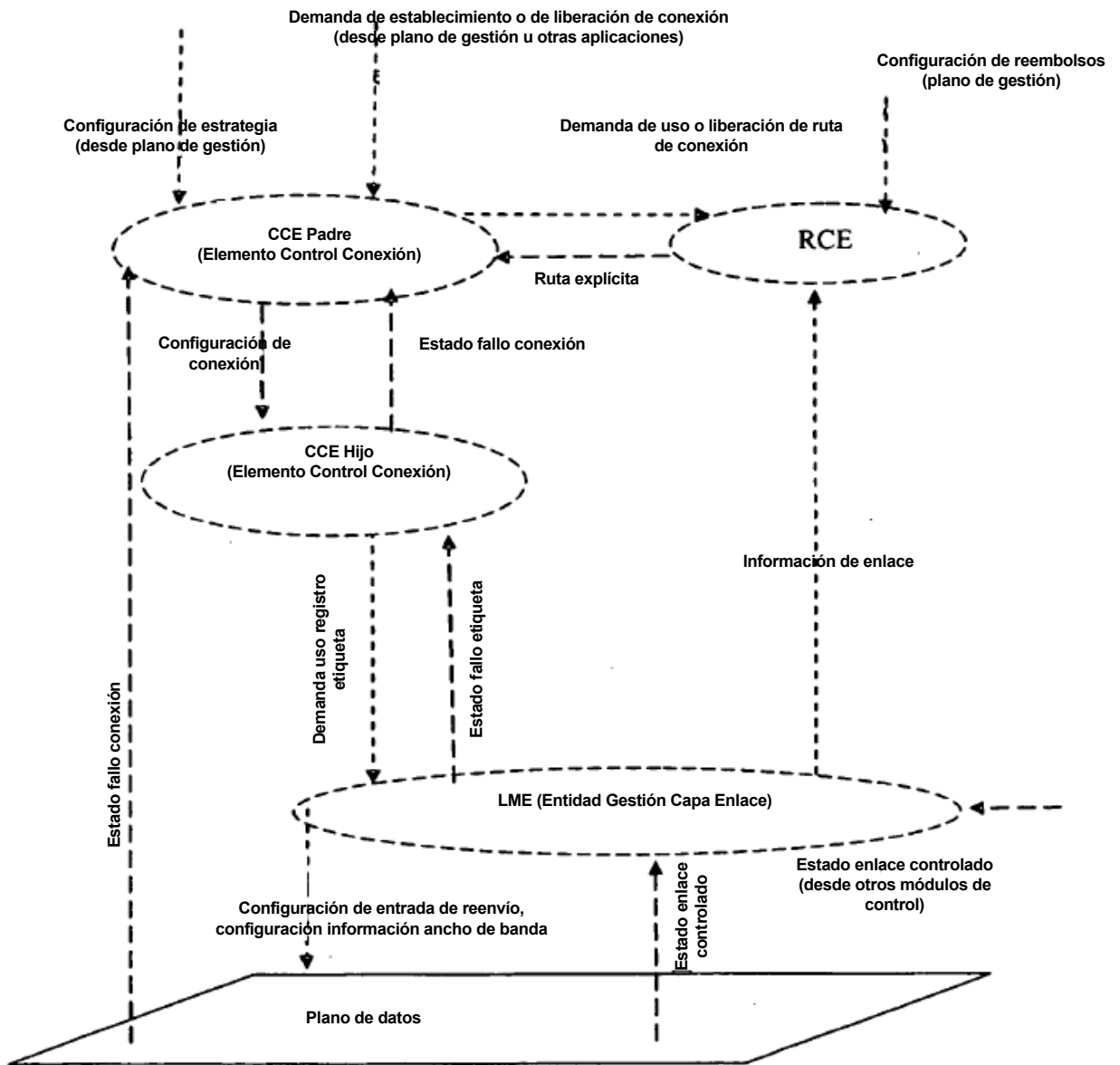


Figura 8