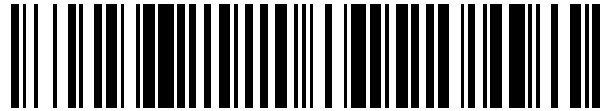


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 418 330**

51 Int. Cl.:

H04L 12/70 (2013.01)

H04L 12/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.09.2010 E 10762802 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.06.2013 EP 2462723**

54 Título: **Disposición de un enlace de datos punto a punto agregado lógico que incorpora un enlace multipunto**

30 Prioridad:

13.10.2009 US 578000

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

13.08.2013

73 Titular/es:

**MOTOROLA MOBILITY LLC (100.0%)
600 North US Highway 45
Libertyville, IL 60048 , US**

72 Inventor/es:

**BAO, QI;
HARVEY, GEORGE A.;
JOHNSON, GERALD R.;
LEE, WHAY C. y
MICHAUD, TED R.**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 418 330 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

Disposición de un enlace de datos punto a punto agregado lógico que incorpora un enlace multipunto

Campo de la invención

5 La presente invención está relacionada, de forma general, con comunicaciones informáticas y, más en particular, con arquitecturas de puente de red.

Antecedentes de la invención

10 Las redes informáticas se han convertido en características estándar de muchos entornos. A menudo, se introduce una nueva red junto a una red existente. Las múltiples redes pueden o no compartir tecnologías (por ejemplo, una puede ser inalámbrica mientras que otra utiliza cable coaxial), pero a menudo están configuradas para compartir tráfico. Por ejemplo, un dispositivo inalámbrico en una vivienda que busca acceder a internet puede dirigir su tráfico a un concentrador inalámbrico que conecta una línea DSL para conectividad a un proveedor de servicios de internet.

15 Algunas tecnologías de red proporcionan enlaces "punto a punto", es decir, enlaces (habitualmente cables o fibras ópticas) que conectan un dispositivo con solamente otro dispositivo. Otras tecnologías de red (a menudo basadas en cables coaxiales o radio) se denominan "multipunto" y soportan muchos dispositivos que comunican simultáneamente entre ellos.

20 Cuando un entorno soporta múltiples redes, es posible que existan enlaces "paralelos" para datos, es decir, puede existir más de un trayecto para ir de un punto dado a otro. Por supuesto, para aplicaciones que requieren transferencia de datos de alta velocidad, es deseable utilizar estos enlaces paralelos para que los datos pasen más rápidamente de lo que sería posible utilizando solamente uno de los enlaces paralelos. Se han desarrollado técnicas conocidas (denominadas "arquitecturas puente" y que utilizan "protocolos puente") para permitir esto: se consulta el entorno de red, y se encuentran enlaces de datos paralelos. Si es posible, los enlaces de datos paralelos son "agregados" en un enlace de datos lógico. A continuación, los dispositivos utilizan el enlace de datos agregados lógico como si fuera un solo enlace cuyo ancho de banda es la suma de los anchos de banda de los enlaces de datos físicos que componen el enlace de datos lógico. El documento "Port aggregation protocol", de Cisco, describe un protocolo que permite proporcionar enlaces paralelos para datos.

25 En cualquier arquitectura puente, es importante evitar crear "bucles de encaminamiento" en los que los paquetes de datos son enviados repetidamente sin llegar finalmente a ninguna parte. Para impedir estos bucles, las arquitecturas puente conocidas agregan solamente enlaces punto a punto, es decir, enlaces que conectan solamente dos dispositivos (dispositivos que son habitualmente puentes). Si bien estas arquitecturas puente pueden utilizar enlaces en base a tecnología multipunto, en la práctica solamente pueden hacerlo cuando los enlaces "multipunto" están de hecho limitados a soportar solamente dos dispositivos. Esta limitación sobre la arquitectura puente es tan fuerte que si se formara un enlace de datos agregado lógico que incorporara un enlace multipunto, en el que el enlace multipunto conecta por lo menos a un dispositivo además de los dos dispositivos punto finales, los dispositivos punto finales dejarían de poder comunicarse con el dispositivo adicional.

35 Breve compendio

40 Las consideraciones anteriores y otras, se solucionan mediante la presente invención, que puede entenderse haciendo referencia a la especificación, los dibujos y las reivindicaciones. De acuerdo con aspectos de la presente invención, múltiples enlaces de datos paralelos que conectan dos dispositivos de comunicaciones de punto final son agregados en un enlace lógico. Si uno de los enlaces de datos paralelos es un enlace multipunto, entonces un dispositivo de punto final puede seguir accediendo a dicho enlace multipunto para encaminar tráfico a una estación final en el enlace multipunto (es decir, a un dispositivo diferente al otro dispositivo de punto final del enlace de datos agregado lógico). En la terminología de esta descripción, se accede al enlace agregado lógico a través de un "puerto agregado" en un dispositivo de punto final, mientras que se accede al componente de enlace multipunto directamente a través de un "puerto individual". (En este caso, "individual" significa simplemente "no agregado".) Utilizando esta terminología, un enlace multipunto dado puede ser accedido simultáneamente a través de un puerto agregado y a través de un puerto individual. La invención está definida mediante las reivindicaciones independientes 1 y 10.

50 Algunas realizaciones asignan costes de encaminamiento al puerto agregado y al puerto individual. Asignando al puerto agregado un coste menor que al puerto individual, estas realizaciones evitan crear bucles de encaminamiento.

55 Si bien los métodos de la presente invención son muy generales, en algunas realizaciones, la agregación se lleva a cabo en la capa 2 del modelo de protocolo de siete capas de interconexión de sistemas abiertos. A continuación, los métodos de la presente invención funcionan correctamente con arquitecturas y protocolos puente IEEE 802.1 existentes (incluyendo protocolos de árbol de expansión). Debe observarse que para la presente descripción, "puentear" se refiere a una función que puede realizarse a cabo mediante un dispositivo de comunicaciones

dedicado (es decir, mediante un "puente") o que puede llevarse a cabo mediante un dispositivo informático de propósito general.

5 En algunas realizaciones que soportan un protocolo de árbol de expansión, el puerto agregado y el puerto individual pueden asignarse cada uno a un estado de deshabilitado, bloqueo, escucha, aprendizaje, envío y desactivación. El estado del puerto agregado puede ser diferente del estado del puerto individual.

Los enlaces de datos agregados conjuntamente pueden representar diferentes velocidades de datos y diferentes tecnologías de capa física, incluyendo tecnologías de red de área local cableada e inalámbrica.

Breve descripción de las diversas vistas de los dibujos

10 Si bien las reivindicaciones adjuntas definen las características de la presente invención con particularidad, la invención, junto con sus objetivos y ventajas, puede comprenderse mejor a partir de la siguiente descripción detallada, tomada junto con los dibujos adjuntos, de los cuales:

la figura 1 es una vista general de un entorno representativo en el que puede ponerse en práctica la presente invención;

15 la figura 2 es un esquema lógico de un dispositivo puente que ejecuta un protocolo puente en capas que realiza aspectos de la presente invención; y

la figura 3 es un diagrama de flujo de un método para agregar enlaces de datos, de acuerdo con aspectos de la presente invención.

Descripción detallada

20 Pasando a los dibujos, en los que los numerales de referencia similares se refieren a elementos similares, la invención se muestra siendo implementada en un entorno adecuado. La siguiente descripción está basada en realizaciones de la invención y no deberá considerarse como limitativa de la invención con respecto a realizaciones alternativas que no se describen explícitamente en el presente documento.

25 La figura 1 muestra un entorno de comunicaciones local representativo. Dos puentes 100, 102 están conectados mediante por lo menos dos enlaces 104, 106 de comunicaciones. Los puentes 100, 102 de la figura 1 se muestran como dispositivos independientes. En algunas situaciones, especialmente en viviendas o en otros entornos reducidos, no existen dispositivos puente independientes. En su lugar, las funciones de puente se llevan a cabo mediante dispositivos, tal como ordenadores personales, concentradores de red o descodificadores.

30 Los enlaces 104, 106 de comunicaciones pueden representar cualquier número de tecnologías físicas y lógicas. Pueden ser cableados, ópticos o inalámbricos, por ejemplo. No necesitan basarse en la misma tecnología o soportar la misma velocidad de transmisión de datos. Para la presente descripción, por lo menos uno de los enlaces 104, 106 que conectan los puentes 100, 102 es un enlace multipunto (por ejemplo, una red de área local o "LAN"). (Dado que un enlace de comunicaciones debe conectar por lo menos dos dispositivos para ser útil, un enlace "multipunto" conecta por lo menos tres dispositivos y se diferencia de un enlace "punto a punto", que conecta solamente dos dispositivos.) En la figura 1, el enlace 104 es claramente un enlace multipunto dado que conecta con la "estación final" 108 además de conectar a los dos puentes 100, 102. En este caso, una "estación final" es cualquier dispositivo informático diferente al los dos puentes 100, 102. El enlace 106 puede ser un enlace punto a punto que conecta solamente los dos puentes 100, 102 conjuntamente, pero puede ser asimismo otro enlace multipunto con otras estaciones finales acopladas (no mostradas).

40 Los dos puentes 100, 102 pueden soportar otras conexiones respecto de los enlaces 104, 106 que los conectan entre sí. Para cada conexión, un puente 100, 102 incluye una combinación de equipamiento físico, soporte lógico y soporte lógico inalterable, denominada un "puerto". El puente 100 de la figura 1 tiene puertos para los dos enlaces 104, 106 de comunicaciones más un puerto para otro enlace de comunicaciones 110 y un puerto para una estación final 112. El puente 102 incluye, además de los puertos para los enlaces 104, 106, un puerto que soporta una conexión a una estación final 114.

45 Tal como se ha descrito anteriormente, denominar a un dispositivo un "puente" se refiere en realidad a una función que lleva a cabo el dispositivo. La estructura interna de un puente es bien conocida y a menudo es similar (o idéntica) a la de otros dispositivos informáticos. Se muestra el puente 102 que contiene equipamiento físico y soporte lógico 116 del puerto, que soporta sus conexiones a los enlaces 104, 106 de comunicaciones y a la estación final 114. El puente 102 está controlado mediante un procesador (o mediante un procesador central que trabaja con un conjunto de procesadores de comunicaciones periféricos) 118 e incluye una memoria 120. La memoria 120 contiene soporte lógico para hacer funcionar el puente 102, junto con tablas de asignaciones de puertos y otras estructuras de datos útiles para el puente 102.

55 Imaginemos el escenario en el que la estación final 112 de la figura 1 tiene que transmitir datos a la estación final 114. Los puentes 100, 102 soportan esta transmisión utilizando alguno de los enlaces 104, 106 de comunicaciones para transportar los datos. Si la velocidad de datos requerida es muy grande, entonces los puentes 100, 102 pueden

utilizar simultáneamente ambos enlaces 104, 106 de comunicaciones para transportar los datos. Para facilitar esto, las técnicas de "agregación de puertos" permiten a los puentes 100, 102 tratar los dos enlaces 104, 106 de comunicaciones como si constituyeran conjuntamente un enlace de comunicaciones lógico. A continuación, los puentes 100, 102 transmiten los datos sobre este enlace agregado lógicamente, cuyo ancho de banda es la suma de los anchos de banda de los enlaces 104, 106 de comunicaciones constituyentes.

Sin embargo, las anteriores técnicas de agregación de puertos tienen limitaciones. En particular, una vez que ha sido agregado a un enlace lógico mediante los métodos anteriores, un enlace multipunto (tal como el enlace 104 de la figura 1) puede ser utilizado solamente mediante los puentes 100, 102 tal como si fuera un enlace punto a punto que conecta solamente los dos puentes 100, 102. Como resultado, en el ejemplo de la figura 1, una vez que los enlaces 104, 106 son agregados lógicamente (mediante métodos anteriores), entonces los puentes 100, 102 dejan de poder comunicar con la estación final 108.

Los aspectos de la presente invención solucionan esta limitación. En primer lugar, la presente descripción utiliza la figura 2 para demostrar lo que se consigue mediante los métodos de la presente invención. Más adelante, en relación con la figura 3 se describen detalles de cómo se consigue esto.

La figura 2 muestra una realización de la estructura interna de comunicaciones creada en el puente 102, cuando el puente 102 crea un enlace agregado lógicamente. El puente 102 incluye controladores 200, 202, 204 que ejecutan los protocolos de capa física para los enlaces 114, 104, 106 acoplados al puente 102. Para cada enlace 114, 104, 106, el puente 102 incluye asimismo un controlador 206, 208, 210 que ejecuta la subcapa de control de acceso al medio ("MAC") de los protocolos de la capa de enlace de datos. (Esta capa forma parte del modelo de comunicación de siete capas de interconexión de sistemas abiertos, y es bien conocido en la técnica.)

La subcapa 212 de agregación de enlaces (nueva en la presente invención) descubre que los enlaces 104 y 106 son paralelos y que estos enlaces 104, 106 conectan entre sí los puentes 100 y 102. Para agregar lógicamente los enlaces 104, 106, la subcapa 212 de agregación de enlaces crea un puerto agregado lógicamente 220 en la subcapa 214 de presentación de puertos (nueva en la presente invención) para representar el enlace agregado.

La subcapa 214 de presentación de puertos incluye asimismo los puertos individuales 216, 218 y 222 que representan los enlaces 114, 104 y 106, respectivamente. La subcapa 214 de presentación de puertos configura todos estos puertos y los expone a las capas superiores de la pila de protocolos (representadas en la figura 2 mediante la subcapa de puentes 224 de la capa de enlace de datos y mediante la subcapa 226 de control de enlace lógico). (Los propios puertos no interactúan con las funciones de puente de la capa superior: la subcapa 214 de presentación de puertos media entre estas interacciones.) En algunas realizaciones, exponer un puerto implica crear una estructura de datos para dicho puerto en una tabla de encaminamiento almacenada en la memoria 120 del puente 102.

Exponiendo los puertos, la subcapa 214 de presentación de puertos permite a los puertos individuales 216, 218, 222 y al puerto agregado 220 participar en funciones de puenteo. Es decir, tal como en la técnica anterior, el puerto agregado expuesto 220 representa el enlace lógico que agrega los enlaces 104 y 106. Sin embargo, y a diferencia de la técnica anterior, los puertos individuales 218 y 222 que representan los enlaces constituyentes 104, 106 del enlace agregado están asimismo expuestos para su utilización. De este modo, el puente 102 utiliza el puerto agregado 220 cuando envía o recibe tráfico sobre el enlace agregado lógicamente. Al mismo tiempo, el puente puede utilizar el puerto individual expuesto 218 para acceder al enlace constituyente 104 en su manifestación no agregada, y por lo tanto enviar y recibir tráfico sobre el enlace 104 para comunicar, por ejemplo, con la estación final 108. Por lo tanto, la estructura de la figura 2 elimina las imitaciones de la técnica anterior.

El resto de esta descripción utiliza la figura 3 para mostrar cómo se consiguen los beneficios de la presente invención evitando el riesgo, por ejemplo, de crear bucles de encaminamiento. El método de la figura 3 comienza en la etapa 300, cuando el puente 102 solicita a sus interfaces MAC 206, 208, 210 el estado de sus respectivos enlaces. En la etapa 302, la subcapa 214 de presentación de puertos asigna un ID de puerto único a cada puerto individual activo 216, 218, 222. (Debe observarse que las implementaciones específicas pueden ejecutar las etapas de la figura 3 en un orden diferente.)

En la etapa 304 de la figura 3, se utilizan técnicas conocidas para descubrir enlaces paralelos que pueden agregarse. En el ejemplo en la figura 1, se encuentra que los enlaces 104 y 106 son paralelos y que enlazan conjuntamente los puentes 100 y 102. Se crea un puerto agregado 220 para representar el enlace agregado, y se asigna al puerto agregado 220 un ID de puerto único.

Los puertos individuales activos 216, 218, 222 y el puerto agregado 220 se configuran en la etapa 306. Como parte de la configuración, se asigna a cada puerto un coste de encaminamiento. En realizaciones de la presente invención, el coste de encaminamiento asignado a un enlace agregado es siempre menor que el coste de encaminamiento asignado a cualquiera de los enlaces constituyentes de dicho enlace. Estos costes de encaminamiento son utilizados mediante un protocolo de árbol de expansión en la etapa 308.

Los protocolos de árbol de expansión de la etapa 308 son bien conocidos. Debido a que las realizaciones de la presente invención están diseñadas para utilizar sin modificación protocolos de árbol de expansión existentes, la

presente descripción asume cierta familiaridad con estos protocolos y presenta solamente los detalles necesarios para comprender la presente invención.

5 Los puentes dentro del entorno de comunicaciones local utilizan los protocolos de árbol de expansión para comunicar entre sí (intercambiando mensajes de configuración conocidos como "unidades de datos de protocolo puente") para descubrir su topología de red (es decir, qué enlaces conectan qué puentes). Trabajando conjuntamente, estos puentes seleccionan uno de ellos como "raíz" de la topología de árbol. A partir de la información descubierta acerca de topología de la red local, los puentes crean una topología de "árbol" del trayecto más corto único, de los trayectos lógicos. La topología de árbol radica en dicho puente seleccionado. El árbol asegura que existe un trayecto único entre cada par de puentes en el entorno de comunicaciones local, y que no existen bucles de encaminamiento. Para cada LAN en el entorno de comunicaciones local, uno de los puentes conectados a la LAN se selecciona como un puente "designado". El puente designado es el puente "más próximo" al puente raíz. Para mantener actualizada esta información, periódicamente los puentes vuelven a chequearse entre ellos para comprobar si la topología local ha cambiado.

15 El protocolo de árbol de expansión asigna un rol a cada puerto (ya sea agregado o individual) en cada puente en el entorno de comunicaciones local. Son típicos los siguientes roles:

- Puerto deshabilitado: Este puerto no está en funcionamiento o está excluido de la topología activa.
- Puerto raíz: Este puerto está en un trayecto mínimo seleccionado hasta el puente raíz desde el puente al que pertenece el puerto.
- Puerto designado: Este puerto proporciona a cada estación final activa en un segmento de LAN, un trayecto mínimo al puente raíz.
- Puerto alternativo: Este puerto pertenece a un puente que tiene otro puerto como puerto raíz. El puerto alternativo proporciona un trayecto alternativo al puente raíz desde el puente al que pertenece el puerto.
- Puerto de respaldo: Este puerto está conectado a un segmento LAN, pero otro puerto en el mismo puente es el puerto designado para dicho segmento LAN. Un puerto de respaldo proporciona un trayecto de respaldo al puente raíz para el segmento LAN en caso de que falle el puerto designado actualmente.

(Los puertos alternativo y de respaldo, que se utilizan en el restablecimiento cuando se producen fallos en la red, no transmiten tramas MAC.) Un puerto en un puente se escoge como el puerto raíz si el puente recibe la mejor BPDU (es decir, aquella con el mínimo coste de trayecto raíz) sobre dicho puerto. Un puerto se asigna al rol de puerto designado si puede enviar la mejor BPDU en el segmento al que está conectado.

20 Para funcionar en una realización de la presente invención sin modificar el protocolo de árbol de expansión, es importante asignar los roles correctos a los puertos individuales y los puertos agregados. De lo contrario, existe un potencial de creación de bucles de encaminamiento. Aquí es donde entra la asignación de los costes de encaminamiento (etapa 306). Dado que el coste de encaminamiento de un enlace agregado está configurado para ser menor que el coste de cada uno de los enlaces componentes del enlace agregado, el protocolo de árbol de expansión (basado en estos costes) asigna el puerto agregado al puente más próximo a la raíz, como el puerto designado. El puerto agregado en el puente más alejado del puente raíz se asigna al puerto raíz. Asimismo, los puertos individuales que constituyen el puerto agregado del puerto raíz se asignan a puertos deshabilitados.

30 Para mostrar la utilización y la importancia de estos roles de puertos, consideremos de nuevo la topología de red local de la figura 1 y la configuración de puertos del puente 102 que se muestra en la figura 2. Asumamos que el protocolo de árbol de expansión ha seleccionado el puente 102 como el puente raíz. Debido a que el coste de encaminamiento asignado al enlace agregado (representado mediante el puerto 220 en el puente 102 y mediante una construcción similar en el puente 100) es menor que los costes de encaminamiento asignados a los dos enlaces constituyentes 104 y 106, el protocolo de árbol de expansión selecciona el enlace agregado para el encaminamiento entre los puentes 100 y 102. En el puente 102, los puertos individuales constituyentes 218 y 222 y el puerto agregado 220 se asignan como puertos designados. En el puente 100, el puerto agregado (no mostrado) es un puerto raíz, y los puertos individuales constituyentes (no mostrados) son puertos deshabilitados. El resultado es que los puentes 100 y 102 comunican entre sí utilizando el enlace agregado, mientras que el puente 102 puede seguir encaminando tráfico a la estación final 108 a través del puerto individual 218 debido a que dicho puerto 218 es un puerto designado.

40 Volviendo a la figura 3, una vez que los puertos individuales y los puertos agregados han sido asignados a sus roles mediante el protocolo de árbol de expansión en la etapa 308, los puertos se exponen, en las etapas 310 y 312, para su utilización en operaciones de encaminamiento normales.

Durante las operaciones normales, los puertos individuales y los puertos agregados pueden asumir los estados siguientes:

Deshabilidad o:	El puerto es un puerto de respaldo o bien un puerto alternativo. No aprende (es decir, identifica una dirección MAC de origen en una trama MAC y actualiza una entrada en una tabla de envío) ni envía tramas MAC.
Bloqueo:	El puente asociado con este puerto está inicializado (ya no está deshabilitado), o el puerto está excluido de la topología activa mediante el protocolo de árbol de expansión. El puerto no aprende ni envía tramas MAC.
Escucha:	El puerto es un puerto designado o bien un puerto raíz. No aprende ni envía tramas MAC. Sólo se puede entrar en este estado después del estado de bloqueo.
Aprendizaje:	El puerto aprende pero no envía tramas MAC. Sólo se puede entrar en este estado después del estado de escucha, tras la expiración de un temporizador de protocolo predeterminado.
Envío:	El puerto aprende y envía tramas MAC. Sólo se puede entrar en este estado después del estado de aprendizaje, tras la expiración de un temporizador de protocolo predeterminado.

(En la revisión 2003 del protocolo de árbol de expansión, se especifica un estado de desactivación para un puerto que está deshabilitado, no operativo, excluido de la topología activa, o excluido del aprendizaje y envío de tramas MAC. De este modo, los estados deshabilitado, bloqueo y escucha corresponden al nuevo estado de desactivación.)

5 En la técnica anterior, los puertos individuales de enlaces que constituyen un enlace agregado comparten siempre el mismo estado que el puerto que representa el enlace agregado. Esto ya no es cierto para realizaciones de la presente invención: los estados de un puerto agregado y los puertos individuales constituyentes son independientes mutuamente.

10 Una consideración final a discutir es el direccionamiento en la capa MAC. Cada puente de mantiene una tabla de envío. Cada entrada en la tabla de envío especifica un puerto al que el puente envía cada trama MAC que tiene una dirección MAC de destino concreta. Inicialmente, la tabla de envío está vacía, y el puente llena la tabla de envío durante un proceso de aprendizaje. El puente comprueba la dirección MAC de origen de cada trama MAC recibida y asocia esta dirección de origen con el puerto sobre el que se ha recibido esta trama MAC. A continuación, el puente envía la trama a todos los puertos que no están deshabilitados, excepto el puerto sobre el que fue recibida la trama. Después de que ha finalizado el proceso de aprendizaje, el puente envía tramas MAC en base a entradas de la tabla de envío. El puente continúa aprendiendo y actualizando la tabla de envío para nuevas direcciones MAC durante las operaciones normales.

20 En realizaciones de la presente invención, para compatibilidad hacia atrás, cada puerto individual es asignado a una dirección MAC única globalmente, que se utiliza como dirección de origen en tramas de control de agregación de enlaces. Una dirección de multidifusión predeterminada se utiliza como dirección de destino para tramas de control de agregación de enlaces. El ID de puente estándar (un identificador único para un puente dentro de un entorno LAN puenteado) es igual que en el estándar IEEE 802.1D existente. El método de direccionamiento de trama MAC de puerto individual retiene el formato de trama MAC LAN original y el método de direccionamiento de diferentes tecnologías LAN (tal como Ethernet, MoCA, IEEE 802.11n, etc.) Cada trama MAC lleva las direcciones MAC de origen y de destino, de las estaciones finales de origen y destino, respectivamente. Este método de direccionamiento es utilizado por las estaciones finales para transmitir y recibir tramas MAC.

30 De manera similar al estándar IEEE 802.3ad, cada puerto agregado es asignado a una dirección MAC apropiada, que se utiliza como dirección de origen o de destino en una trama MAC intercambiada entre dos puertos agregados. En el estándar IEEE 802.3ad, una dirección MAC asignada a un puerto agregado es habitualmente la dirección MAC de uno de sus puertos individuales constituyentes. Cuando los enlaces físicos individuales son compartidos mediante puentes heredados y estaciones finales, este enfoque de asignación de direcciones puede tener un efecto indeseable sobre el aprendizaje de direcciones MAC debido a que las tramas MAC enviadas sobre un puerto agregado pueden ser enviadas sobre cualquiera de sus puertos individuales constituyentes. Para evitar dichos efectos indeseables, las realizaciones de la presente invención no asignan estáticamente una dirección MAC a un puerto agregado. Por el contrario, al puerto agregado se asigna una dirección MAC "flotante" que es la misma que la dirección MAC del puerto individual constituyente utilizada de hecho para enviar tramas MAC sobre el puerto agregado. Con dicho mapeo dinámico entre una dirección MAC de puerto agregado y sus direcciones MAC de puertos individuales constituyentes, los puentes heredados y las estaciones finales no se confunden recibiendo tramas MAC que llevan direcciones MAC de puertos erróneos.

40 Debido a que los puentes heredados y las estaciones finales no están equipados para manejar tramas MAC enviadas sobre enlaces agregados, existe la necesidad de diferenciar tramas MAC destinadas a un puerto agregado respecto de aquellas destinadas a estaciones finales en un segmento LAN compartido. En las realizaciones de la presente invención, todas las tramas MAC intercambiadas entre dos puertos agregados son encapsuladas con una cabecera de encapsulamiento apropiada, donde la cabecera de encapsulamiento tiene un formato similar al de una cabecera de trama Ethernet básica con un campo de dirección MAC de origen, un campo de dirección MAC de destino, un campo de ID de enlace agregado y un campo de número de secuencia opcional. Esta dirección MAC de origen de la cabecera de encapsulamiento de la dirección MAC del puerto individual (es decir, el que se utiliza de

hecho mediante el puente emisor para enviar tramas MAC sobre el enlace agregado) sobre el puente de origen, y la dirección MAC de destino de la cabecera de encapsulamiento es la dirección MAC del puerto individual receptor (es decir, la que se utiliza de hecho mediante el puente receptor para recibir las tramas MAC enviadas mediante el puente emisor sobre el enlace agregado) en el puente receptor. El campo de ID de enlace agregado es utilizado por un puerto individual que es un constituyente de múltiples puertos agregados, para enviar la trama al puerto agregado correcto. El campo de número de secuencia opcional es utilizado para soportar el reensamblaje en el puente receptor, si es necesario. Con dicha encapsulación, los puentes heredados y las estaciones finales son capaces de distinguir tramas MAC enviadas sobre un enlace agregado respecto de aquellas que son enviadas sobre enlaces físicos individuales. De este modo, las estaciones finales en segmentos LAN conectados a puertos individuales constituyentes de un puerto agregado pueden ignorar tramas encapsuladas, mientras que un puerto agregado en otro puente puede reconocerlas y procesarlas correspondientemente. Debe observarse que el encapsulamiento de tramas descrito en este caso tiene una relevancia de un salto entre un par de puentes con capacidad de agregación de enlaces: tras la recepción de una trama encapsulada, un puente retira la cabecera antes de seguir procesando la trama.

15 Habida cuenta de las muchas posibles realizaciones a las que pueden aplicarse los principios de la presente invención, deberá reconocerse que las realizaciones descritas en el presente documento con respecto a las figuras se entienden como solamente ilustrativas y no deberán tomarse como limitativas del alcance de la invención. Por ejemplo, algunas realizaciones de la presente invención están diseñadas para utilizar protocolos de árbol de expansión existentes, sin modificación. Pueden desarrollarse otras realizaciones que dependen de protocolos modificados. Por lo tanto, la invención que se describe en el presente documento contempla la totalidad de las realizaciones que pueden entrar dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Método de configuración de encaminamiento en un primer dispositivo (102) de comunicaciones en un entorno de red comprendiendo el primer dispositivo (102) de comunicaciones y un segundo dispositivo (100) de comunicaciones, un primer enlace (104) de comunicaciones y un segundo enlace (106) de comunicaciones conectados cada uno al primer y el segundo dispositivos de comunicaciones, con una estación final (108), diferente del primer y el segundo dispositivos de comunicaciones, conectada al primer enlace (204) de comunicaciones, con el primer enlace de comunicaciones conectado a través de un primer puerto (202, 208) al primer dispositivo de comunicaciones, y con el segundo enlace de comunicaciones (206) conectado a través de un segundo puerto (204, 210) al primer dispositivo de comunicaciones, comprendiendo el método:
- 5
- 10 crear, en el primer dispositivo de comunicaciones, un puerto agregado lógico (220) que conecta el primer y el segundo puertos;
- exponer con fines de encaminamiento, en el primer dispositivo de comunicaciones, el puerto agregado lógico (220); y
- 15 exponer con fines de encaminamiento, en el primer dispositivo de comunicaciones, el primer puerto de comunicaciones como puerto no agregado (218).
2. Método de configuración de encaminamiento según la reivindicación 1, en el que el primer y el segundo dispositivos de comunicaciones son dispositivos de comunicaciones de la capa 2, en el que la capa 2 se refiere a la capa de enlace de datos sobre el modelo de siete capas de interconexión de sistemas abiertos.
3. Método de configuración de encaminamiento según la reivindicación 1, en el que el primer y el segundo enlaces de comunicaciones son redes de área local.
- 20
4. Método de configuración de encaminamiento según la reivindicación 1, en el que una tecnología de capa física que soporta el primer enlace de comunicaciones difiere de una tecnología de capa física que soporta segundo enlace de comunicaciones.
5. Método de configuración de encaminamiento según la reivindicación 1, en el que el primer enlace de comunicaciones soporta una velocidad de datos diferente de una velocidad de datos soportada por el segundo enlace de comunicaciones.
- 25
6. Método de configuración de encaminamiento según la reivindicación 1, en el que exponer un puerto con fines de encaminamiento comprende añadir una entrada para el puerto a una estructura de datos de tabla de encaminamiento almacenada en memoria física en el primer dispositivo de comunicaciones.
- 30
7. Método de configuración de encaminamiento según la reivindicación 1, que comprende además:
- exponer con fines de encaminamiento, en el primer dispositivo de comunicaciones, el segundo puerto de comunicaciones como puerto no agregado.
8. Método de configuración de encaminamiento según la reivindicación 1, que comprende además:
- mediante el primer dispositivo de comunicaciones, solicitar al primer y el segundo puertos información y estado;
- 35 en el primer dispositivo de comunicaciones, asignar un ID de puerto único a dicho puerto no agregado;
- mediante el primer dispositivo de comunicaciones, solicitar al puerto agregado lógico información y estado;
- en el primer dispositivo de comunicaciones, asignar un ID de puerto único al puerto agregado lógico; y
- mediante el primer dispositivo de comunicaciones, participar en operaciones de protocolo de árbol de expansión.
9. Método de establecimiento de encaminamiento según la reivindicación 8, que comprende además, antes de participar en operaciones de protocolo de árbol de expansión:
- 40 en el primer dispositivo de comunicaciones, asignar un coste de encaminamiento al puerto agregado lógico; y
- en el primer dispositivo de comunicaciones, asignar un coste de encaminamiento al puerto no agregado;
- en el que el coste de encaminamiento del puerto agregado lógico es menor que el coste de encaminamiento del puerto no agregado.
- 45
10. Un primer dispositivo (102) de comunicaciones para utilizar en un entorno de red que comprende el primer dispositivo de comunicaciones y un segundo dispositivo (100) de comunicaciones, con un primer enlace (104) de comunicaciones y un segundo enlace (106) de comunicaciones conectados, cada uno, al primer y el segundo dispositivos de comunicaciones, y con una estación final (108), diferente al primer y el segundo dispositivos de

comunicaciones, conectada al primer enlace de comunicaciones, comprendiendo el primer dispositivo de comunicaciones:

un primer puerto (202, 208) conectado al primer enlace (104) de comunicaciones;

un segundo puerto conectado al segundo enlace (106) de comunicaciones;

5 una memoria;

y una capacidad de procesamiento conectada operativamente al primer puerto, al segundo puerto y a la memoria y configurada para:

crear un puerto agregado lógico conectado al primer y el segundo puertos (220);

exponer con fines de encaminamiento el puerto agregado lógico (220); y

10 exponer con fines de encaminamiento el primer puerto de comunicaciones como puerto no agregado (218).

11. Primer dispositivo de comunicaciones según la reivindicación 10, en el que el primer dispositivo de comunicaciones es un dispositivo de comunicaciones de la capa 2, en el que la capa 2 se refiere a la capa de enlace de datos del modelo de siete capas de interconexión de sistemas abiertos.

15 12. Primer dispositivo de comunicaciones según la reivindicación 10, en el que el primer dispositivo de comunicaciones está seleccionado entre el grupo que consiste en: un puente, una pasarela, un concentrador de red y un ordenador personal.

13. Primer dispositivo de comunicaciones según la reivindicación 10, en el que el primer y el segundo enlaces de comunicaciones son redes de área local.

20 14. Primer dispositivo de comunicaciones según la reivindicación 10, en el que una tecnología de capa física que soporta el primer enlace de comunicaciones difiere de una tecnología de capa física que soporta el segundo enlace de comunicaciones.

15. Primer dispositivo de comunicaciones según la reivindicación 10, en el que el primer enlace de comunicaciones soporta una velocidad de datos diferente a una velocidad de datos soportada por el segundo enlace de comunicaciones.

25 16. Primer dispositivo de comunicaciones según la reivindicación 10, en el que la capacidad de procesamiento comprende un procesador central y por lo menos un procesador de comunicaciones periférico.

17. Primer dispositivo de comunicaciones según la reivindicación 10, en el que exponer un puerto con fines de encaminamiento comprende añadir una entrada para el puerto a una estructura de datos de tabla de encaminamiento almacenada en la memoria.

30 18. Primer dispositivo de comunicaciones según la reivindicación 10, en el que la capacidad de procesamiento está configurada además para:

exponer con fines de encaminamiento el segundo puerto de comunicaciones como puerto no agregado.

19. Primer dispositivo de comunicaciones según la reivindicación 10, en el que la capacidad de procesamiento está configurada además para:

35 solicitar al primer y el segundo puertos información y estado;

asignar un ID de puerto único al puerto no agregado;

solicitar al puerto agregado lógico información y estado;

asignar un ID de puerto único al puerto agregado lógico; y

participar en operaciones de protocolo de árbol de expansión.

40 20. Primer dispositivo de comunicaciones según la reivindicación 19, en el que la capacidad de procesamiento está configurada además para, antes de participar en operaciones de protocolo de árbol de expansión:

asignar un coste de encaminamiento al puerto agregado lógico; y

asignar un coste de encaminamiento al puerto no agregado;

45 en el que el coste de encaminamiento del puerto agregado lógico es menor que el coste de encaminamiento del puerto no agregado.

21. Primer dispositivo de comunicaciones según la reivindicación 10:

5 en el que el puerto agregado lógico se crea, por lo menos en parte, mediante soporte lógico que funciona en la capacidad de procesamiento y se configura como una capa de agregación de múltiples enlaces físicos que comunica con capas de control de acceso al medio para el primer y segundo puertos y con una capa de presentación de puertos; y

en el que el puerto agregado básico y el puerto no agregado son expuestos, por lo menos en parte, mediante el soporte lógico que funciona en la capacidad de procesamiento y está configurado como la capa de presentación de puertos que comunica con la capa de agregación de múltiples enlaces físicos y con una capa puente.

22. Primer dispositivo de comunicaciones según la reivindicación 10:

10 en el que el puerto agregado lógico y el puerto no agregado están asignados cada uno a un estado, en base a un protocolo de árbol de expansión, seleccionado entre el grupo que consiste en: deshabilitado, bloqueo, escucha, aprendizaje, envío y desactivación;

y

en el que el estado del puerto agregado lógico es independiente del estado del puerto no agregado.

15

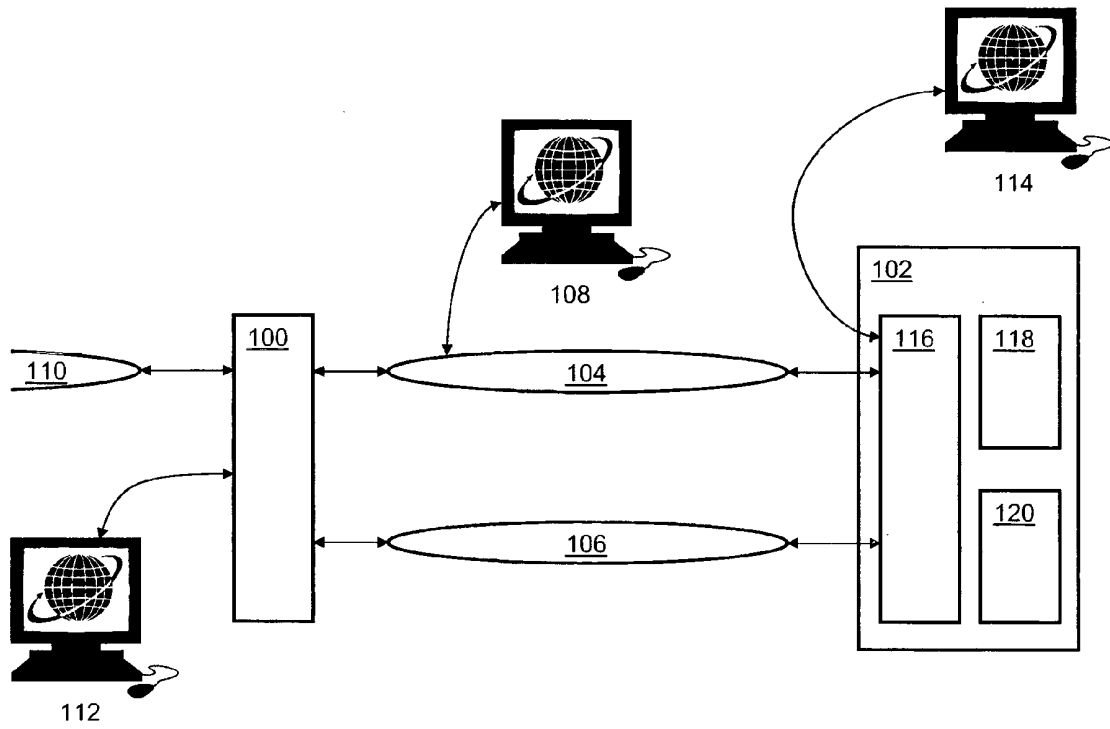


FIG. 1

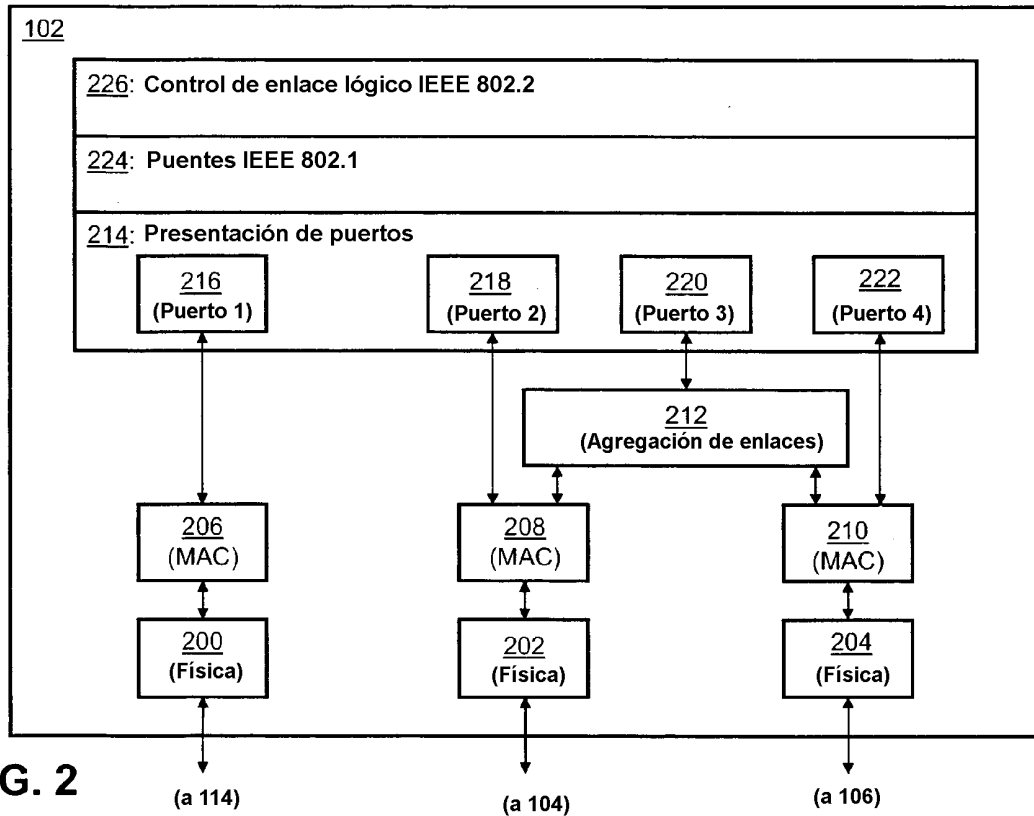


FIG. 2

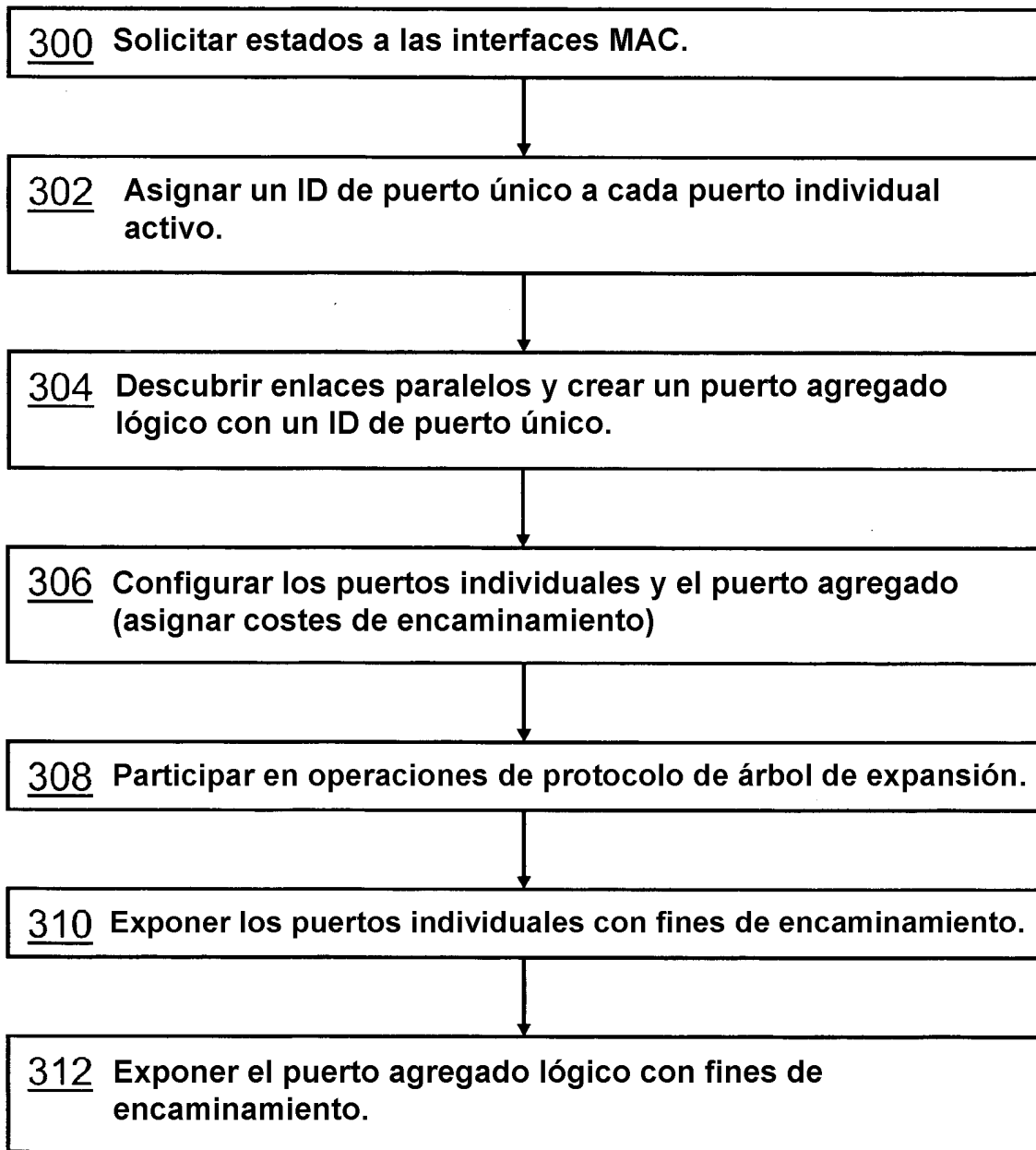


FIG. 3