(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 437 995**

(51) Int. CI.:

H04L 12/24 (2006.01)
H04L 12/26 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.05.2005 E 05745576 (8)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2013 EP 1745577**

(54) Título: **Mecanismo de indicación y supresión de alarmas (AIS) en una red OAM Ethernet**

(30) Prioridad:

10.05.2004 US 569722 P
08.07.2004 US 586254 P
28.12.2004 US 23784

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.01.2014

(73) Titular/es:

ALCATEL LUCENT (100.0%)
3, AVENUE OCTAVE GRÉARD
75007 PARIS, FR

(72) Inventor/es:

ELIE-DIT-COSAQUE, DAVID;
SRIDHAR, KAMAKSHI;
VISSERS, MAARTEN PETRUS JOSEPH y
VAN KERCKHOVE, TONY

(74) Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

DESCRIPCIÓN

Mecanismo de indicación y supresión de alarmas (AIS) en una red OAM Ethernet

Reivindicación de Prioridad

La presente solicitud reivindica prioridad en base a las siguientes solicitudes de patente Estadounidenses anteriores: (i) "ETHERNET ALARM INDICATION SIGNAL (EthAIS)", Solicitud Provisional Nº 60/569.722, presentada el 10 de Mayo de 2004, a nombre de David Elie- Dit- Cosaque, Kamakshi Sridhar, Maarten Petrus JoseFIG Vissers and Tony Van Kerckhove; (ii) "ENHANCEMENTS TO ETHERNET AIS", Solicitud Provisional Nº 60/586.254, presentada el 8 de Julio de 2004, a nombre de David Elie- Dit- Cosaque, Kamakshi Sridhar, Maarten Petrus JoseFIG Vissers and Tony Van Kerckhove; y (iii) "MECANISMO DEthAIS INDICACIÓN Y SUPRESION DEthAIS ALARMAS (AIS) EN UNA RED OAM ETHERNET", Solicitud de Utilidad Nº 11/023.784, presentada el 28 de Diciembre de 2004, a nombre de David Elie- Dit- Cosaque, Kamakshi Sridhar, Maarten Petrus JoseFIG Vissers and Tony Van Kerckhove.

Antecedentes

Campo Técnico de la invención

La presente invención se refiere, en general, a redes OAM Ethernet. Más particularmente, y no a modo de limitación alguna, la presente invención está dirigida a un sistema y procedimiento de propagación de información de fallos y la supresión de la señalización de indicación de alarmas en una red OAM Ethernet.

Descripción de la Técnica Relacionada

El enlace entre el usuario final y la red pública, clave esencial para el envío de aplicaciones de banda ancha a subscriptores particulares o empresariales, se conoce por varios nombres, por ejemplo, primera milla, última milla, bucle local, acceso metro, red de acceso de abonado, etc., y se implementa usando una variedad de diferentes tecnologías y protocolos de transporte sobre diversas conexiones físicas. Por ejemplo, hoy en día la mayoría de los usuarios se conectan a la red pública con Línea de Subscriptor Digital (DSL), Red Digital de Servicios Integrados (ISDN), TV por cable, líneas T1/E1 o T3/E3, usando Red Óptica Síncrona y su compañera Jerarquía Digital Síncrona (SON-ET/SDH), Conmutación de Tramas (Frame Relay) y Modo de Transferencia Asíncrona (ATM). Con independencia de la nomenclatura o la implementación real, todas las redes de acceso requieren unas características de soporte de operaciones, administración y mantenimiento (OAM) para asegurar la mantenibilidad y disponibilidad requeridas para proporcionar servicios de banda ancha.

Las actuales soluciones de primera/última milla tienen unas limitaciones significativas desde la perspectiva del cliente, que van desde cuellos de botella en el rendimiento, suministro de un ancho de banda fijo, escalabilidad limitada, falta de flexibilidad y complejidad en la provisión de una calidad de servicio (QoS) de punta a punta, así como una estructura de coste elevado. El uso de la tecnología Ethernet, simple y robusta, en la primera milla promete revolucionar la red de acceso, como lo hizo la red empresarial. Ethernet es una tecnología de transporte por red de área local (LAN) que se usa tanto en el hogar como en la empresa para comunicar entre ordenadores y redes. Como tecnología de acceso, Ethernet ofrece tres ventajas significativas sobre las tecnologías de primera milla tradicionales: (i) transporte, perdurable en el futuro, para aplicaciones de datos, video y voz; (ii) infraestructura de coste rentable para servicios de datos; y (iii) estándar simple y globalmente aceptado que asegurará la interoperabilidad.

Para adaptar la tecnología Ethernet en un entorno de servicio de grado carrier, se han desarrollado diversos estándares que pretenden proporcionar capacidades OAM avanzadas (también denominadas Conectividad y Manejo de Fallos en Ethernet, o Ethernet CFM) a través de la totalidad de la red desde una punta hasta la otra punta. Dado que el entorno de red con servicio de punta a punta está compuesto típicamente por una acumulación de diversas redes componentes (por ejemplo, redes de acceso metro y redes centrales que utilizan una variedad de tecnologías) que pueden pertenecer a diferentes organizaciones, operadores de red y proveedores de servicio, el plano Ethernet OAM se contempla como un espacio de dominio jerárquicamente estratificado en el que están definidos unos dominios OAM específicos que corresponden a la infraestructura y provisión de las redes constituyentes. En particular, dos estándares, IEEE 802.1ag e ITU-T (Question 3, Study Group 13), incorporadas por referencia en el presente documento, que están específicamente relacionadas con Ethernet OAM de punta a punta, definen un dominio a nivel de cliente, en el nivel más alto de la jerarquía que comprende uno o más dominios de proveedor (ocupando un nivel intermedio), cada uno de los cuales incluye a su vez uno o más dominios de operador a un nivel jerárquico inferior. A modo de estandarización, el espacio de dominio OAM puede ser dividido en un número de niveles, por ejemplo hasta 8 niveles, correspondiendo cada dominio a un nivel particular, en donde un dominio está definido en términos de lo que se denomina puntos de flujo. En el contexto del conjunto de especificaciones IEEE 802, los puntos de flujo son nuevas entidades contenidas en "interfaces" y

"puertos" de Control de Acceso de Medios (MAC) según se define en la documentación de estándares relacionada. Un punto de flujo en el borde de un dominio OAM se denomina "Punto Extremo de Mantenimiento" o MEP. Un punto de flujo dentro de un dominio y visible para un MEP se denomina "Punto Intermedio de Mantenimiento" o MIP. Mientras que los nodos MEP son usados por los administradores del sistema para iniciar y monitorizar la actividad OAM (emitiendo tramas OAM apropiadas), los nodos MIP reciben y responden pasivamente a los flujos OAM iniciados por los nodos MEP. Un dominio OAM que tenga uno o más nodos MIP está limitado por dos o más nodos MEP, definiendo una "Entidad de Mantenimiento" (ME) que incluye un conjunto de nodos MIP dispuestos entre un nodo MEP y otro nodo MEP. Por tanto es posible tener más de un ME en un dominio OAM particular.

Aunque la arquitectura Ethernet OAM, tal como está actualmente estandarizada, proporciona una infraestructura impresionante para abordar de principio a fin la Conectividad y Manejo de Fallos en Ethernet a cualquier nivel de la jerarquía OAM, quedan por resolver diversas cuestiones tal como se establecerá con detalle a continuación.

El documento US 6.052.722 da a conocer un sistema y un procedimiento para gestionar recursos de red usando inteligencia distribuida y gestión de estados.

El documento "Parte II del informe de WP 3/13 (Redes y mecanismos multiprotocolo) R48" da a conocer una recomendación para el desarrollo del trabajo en todos los aspectos de la Gestión MPLS de ITU-T STUDY GROUP 13.

Sumario de la Invención

En una realización, se da a conocer un procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 1 de propagación de información de fallos en una red Ethernet OAM que tiene múltiples niveles de dominios OAM.

En otra realización, se da a conocer un sistema de acuerdo con la reivindicación 14.

Breve Descripción de los Dibujos

Los dibujos adjuntos están incorporados a la memoria técnica y forman parte de la misma para ilustrar una o más realizaciones ejemplares, actualmente preferidas, de la presente invención. Se comprenderán las diversas ventajas y características de la invención a partir de la siguiente Descripción Detallada tomada conjuntamente con las reivindicaciones adjuntas y con referencia a las figuras de los dibujos adjuntos, en los cuales:

La FIG 1 representa una realización de una realización de una red Ethernet OAM de punta a punta que tiene una pluralidad de dominios OAM;

La FIG 2 representa un esquema de las capas jerárquicas OAM operables con respecto a una red Ethernet punta a punta;

La FIG 3 representa una realización ejemplar de un dominio OAM limitado por un par de nodos MEP;

La FIG 4A representa una trama de Indicación y Supresión de Alarmas en Ethernet (EthAIS o AIS) que tiene unos campos de información de indicación de fallos de acuerdo con una realización de la presente invención;

Las FIG 4B y 4C representan detalles adicionales de la trama EthAIS que se muestra en la FIG 4A;

La FIG 5 representa un esquema generalizado de propagación de tramas EthAIS en una jerarquía Ethernet OAM de acuerdo con una realización de la presente invención;

La FIG 6 es un diagrama de flujo de un procedimiento de propagación de tramas EthAIS operable en una red Ethernet OAM de acuerdo con una realización de la presente invención;

La FIG 7 representa una realización de propagación de tramas EthAIS en una jerarquía Ethernet OAM en respuesta a un fallo de enlace;

La FIG 8 representa una realización de propagación de tramas EthAIS en una jerarquía Ethernet OAM en respuesta a una pérdida de Comprobación de Continuidad (CC);

La FIG 9 representa una realización de propagación de tramas EthAIS en una jerarquía Ethernet OAM para indicar el borrado de un fallo;

La FIG 10A representa una realización de una jerarquía Ethernet OAM que ejemplifica la generación de múltiples tramas EthAIS;

La FIG 10B representa un esquema para optimizar flujos de múltiples tramas EthAIS desde un solo nivel en una

jerarquía Ethernet OAM de acuerdo con una realización de la presente invención;

La FIG 11 es un diagrama de flujo de un procedimiento de propagación de tramas AIS de acuerdo con una realización de la presente invención;

La FIG 12A representa una realización de una jerarquía de Ethernet OAM en la cual se ejemplifica la supresión no discriminatoria de alarmas;

La FIG 12 B representa un esquema generalizado para efectuar la supresión inteligente de alarmas en una jerarquía Ethernet OAM de acuerdo con una realización de la presente invención;

La FIG 12 C representa una realización de una fase de aprendizaje al efectuar la supresión inteligente de alarmas en una jerarquía Ethernet OAM de acuerdo con una realización de la presente invención;

La FIG 12 D representa una realización de una fase de generación de tramas al efectuar la supresión inteligente de alarmas en una jerarquía Ethernet OAM de acuerdo con una realización de la presente invención; y

La FIG 13 es un diagrama de flujo de un procedimiento para la supresión inteligente de alarmas en una jerarquía Ethernet OAM de acuerdo con una realización de la presente invención.

Descripción Detallada de los Dibujos

A continuación se describirán realizaciones de la invención con referencia a diversos ejemplos de cómo puede fabricarse y usarse mejor la invención. Se utilizan números similares a todo lo largo de la descripción y de las varias vistas de los dibujos para indicar las partes similares o correspondientes. En los dibujos, los diversos elementos no están representados necesariamente a escala. Con referencia a los dibujos, y más particularmente a la FIG 1, se representa en la misma una realización de una red Ethernet OAM 100 de punta a punta, con una pluralidad de dominios OAM, en la cual puede proveerse un esquema de generación y propagación de tramas Ethernet AIS de acuerdo con un aspecto de la presente invención. Según se ilustra, la red Ethernet OAM 100 está compuesta por un entorno de red jerárquicamente estratificado que incluye una primera red local de cliente 102A y una segunda red local de cliente 102B, que forman las porciones terminales del mismo, las cuales están a su vez conectadas por medio de unas respectivas redes de acceso 106A y 106B a una red central de transporte 108. Mientras que un único proveedor de servicio puede administrar la provisión del servicio punta a punta entre los dos clientes, de hecho uno o más operadores pueden estar implicados en la provisión y mantenimiento de la infraestructura de red subyacente. En consecuencia, las redes de acceso y la principal pueden comprender varias y diversas tecnologías y protocolos de red y de transporte para efectuar un servicio Ethernet punta a punta de grado carrier entre las redes de cliente terminales 102A y 102B. Por ejemplo, estas tecnologías surtidas pueden incluir Ehernet sobre SONET/SDH, Ethernet sobre ATM, Ethernet sobre Anillo de Paquete Resiliente (RPR), Ethernet sobre Conmutación de Etiquetas Multiprotocolo (MPLS), Ethernet sobre Protocolo Internet (IP), etcétera.

Las diversas porciones de red de la red Ethernet OAM 100 y sus segmentos constituyentes se interconectan mediante entidades de envío tales como puentes y conmutadores. A modo de ilustración, las entidades 111, 110 y 120, 121 son ejemplares del equipo de cliente dispuesto en las respectivas redes de cliente 102A y 102B. De igual modo, las entidades 112 y 118 de las redes de acceso 106A y 106B sirven de interfaz con los respectivos equipos de cliente 110 y 120. La interfaz entre las redes de acceso 106A y 106B y la red central 108 se efectúa por medio de las entidades 114 y 116 respectivamente. Además de las entidades de interfaz, una red particular puede incluir un número de entidades adicionales dentro de esa red. Por ejemplo, las entidades 115, 117 y 119 son un equipo ejemplar dentro de la red central 108, en la cual pueden efectuarse operaciones punto a multipunto.

Tal como se aludía en la sección Antecedentes de la presente solicitud de patente, la arquitectura Ethernet OAM de una red de servicio Ethernet de grado carrier, punta a punta, jerárquicamente estratificada, tal como la red Ethernet 100, está segmentada lógicamente en un número de dominios OAM que tienen unos niveles de dominio designados jerárquicamente. Con respecto a la red Ethernet OAM 100 de la FIG 1, se ejemplifican un dominio de cliente 103, un dominio de proveedor 105 y uno o más dominios de operador 107A -107C, cada uno de los cuales está limitado por múltiples nodos MEP e incluye uno o más nodos MIP dispuestos entre aquellos. Mientras que los nodos MEP sirven para iniciar diversos comandos OAM y las tramas asociadas, por ejemplo, Comprobación de Continuidad (CC), TraceRoute, Ping, etcétera, los nodos MIP reciben y responden pasivamente a las tramas OAM entrantes en base a la compatibilidad dominio-nivel.

Los expertos en la técnica apreciarán que, en virtud de la provisión de MEPs y MIPs, se efectúa una partición estática de la red Ethernet OAM por la cual los nodos MEP demarcan los límites de los dominios Ethernet no intersecantes, por lo que se restringe la fuga de tramas OAM desde uno a otro dominio. Esto es, se requiere que las tramas OAM previstas para un dominio permanezcan dentro de ese dominio para su procesamiento, a la vez que se filtran todas las demás tramas OAM. Adicionalmente, pueden proveerse nodos MEP y MIP dentro de una

red Ethernet OAM de tal modo que sea posible definir un número de dominios de Entidad de Mantenimiento (ME), fácilmente gestionables, dependiendo de los modelos de negocio y servicio y de los escenarios desplegados. Debido a la disposición jerárquica de los dominios OAM, los dominios de nivel de cliente están dispuestos a un nivel jerárquico más alto que los dominios de proveedor de servicio, que a su vez están dispuestos a un nivel más alto que los dominios de nivel de operador. En consecuencia, en términos de visibilidad y conocimiento, los dominios de nivel de operador tienen una visibilidad de OAM más alta que los dominios de nivel de proveedor de servicio, que a su vez tienen una visibilidad más alta que los dominios de nivel de cliente. Así pues, mientras que un dominio OAM de operador tiene conocimiento de ambos dominios de proveedor de servicio y de cliente, lo contrario no es cierto. De igual modo, un dominio de proveedor de servicio tiene conocimiento de los dominios de cliente, pero no a la inversa.

Según se establece en la documentación de la memoria técnica IEEE 802.1ag referenciada anteriormente, diversas reglas gobiernan el tratamiento de los paquetes/tramas Ethernet según se desplazan desde un nivel de dominio a otro. Los nodos MEP sirven para enviar tramas OAM a todos los otros nodos MEP a través de nivel / dominios OAM, mientras que un nodo MIP solo puede interactuar con los nodos MEP de su dominio. Cada nodo MIP de un nivel de dominio superior también sirve como nodo MEP para la siguiente capa jerárquica inferior. Así, un único elemento de un equipo de entidad de envío puede poseer nodos tanto MIP como MEP de niveles diferentes. Debido a la limitación de los flujos OAM, las tramas a un nivel i determinado, i = 1,2,…,N, permanecen a ese nivel. Los niveles de las tramas OAM son codificados en las mismas dependiendo de los niveles de dominio asignados a los nodos EMP que originan las tramas OAM. Adicionalmente, las tramas OAM son ya sea procesadas o descartadas por los nodos MIP/MEP del mismo nivel en función de las siguientes condiciones: (i) una trama OAM es descartada cuando está originada fuera del dominio OAM en consideración, y (ii) una trama OAM es procesada cuando está originada dentro del dominio OAM en consideración. Debido a la naturaleza jerárquica de la visibilidad OAM, las tramas procedentes de niveles inferiores de dominio de mantenimiento (por ejemplo, de operador) son conmutados transparentemente por los nodos MEP/MIP dispuestos en niveles de dominio superiores (por ejemplo, de cliente). Por otra parte, las tramas OAM de dominios superiores (por ejemplo, originadas por nodos MEP de nivel de cliente) son siempre procesados por nodos MEP/MIP de nivel inferior (por ejemplo, nodos de nivel de operador).

La FIG 2 representa un esquema OAM estratificado jerárquico 200 ejemplar operable con respecto a una red Ethernet punta a punta tal como, por ejemplo, la red 100 que se muestra en la FIG 1, en la cual una pluralidad de puentes Ethernet es ilustrativa de entidades de envío con nodos MIP/MEP a diferentes niveles de dominio. Los números de referencia 202-1 y 202-9 se refieren al equipo de puente de cliente dispuesto en los dos extremos de la red. Dos redes de operador, Operador-A y Operador-B están desplegadas entre los equipos de cliente 202-1 y 202-9, comprendiendo la red Operador-A los puentes 202-2 a 202-4 y comprendiendo la red Operador-B los puentes 202-5 a 202-8. Al nivel de cliente, el dominio OAM está limitado por unos nodos MEP 204-1 y 204-2 efectuados en los equipos de puente de cliente 202-1 y 202-9, respectivamente, que incluyen dos nodos MIP 206-1 y 206-2 que son efectuados en el puente de Operador-A 202-2 y el puente de Operador-B 202-8, respectivamente. Por debajo de los nodos MIP de nivel de cliente 206-1 y 206-2 están dispuestos dos nodos MEP 208-1 y 208-2, también efectuados en el puente de Operador-A 202-2 y el puente de Operador-B 202-8, respectivamente, que limitan el dominio OAM de nivel de proveedor de servicio. Dentro de este dominio, un nodo MIP 210-1 efectuado en el puente de Operador-A 202-4 forma interfaz con otro nodo MIP 210-2 efectuado en el puente de Operador-B 202-5. Se definen dos dominios de nivel de operador que corresponden a las dos redes de operador, en los cuales los nodos MEP de nivel de operador 212-1 (efectuado en el puente de Operador-A 202-2) y 212-2 (efectuado en el puente de Operador-A 202-4) limitan un dominio de operador y los nodos MEP de nivel de operador 216-1 (efectuado en el puente de Operador-B 202-5) y 216-2 (efectuado en el puente de Operador-B 202-8) limitan el otro dominio de operador. Adicionalmente, unos nodos MIP 214-1 a 214-4 están dispuestos en el dominio de nivel de operador definido por los nodos MEP 212-1 y 212-2, en el cual el puente 202-2 efectúa el nodo MIP 214-1, el puente 202-3 efectúa los nodos MIP 214-2 y 214-3, y el puente 202-4 efectúa el nodo 214-4. Del mismo modo, unos nodos MIP 218-1 a 218-6 están dispuestos en el dominio de nivel de operador definido por los nodos MEP 216-1 y 216-2, en el cual el puente 202-5 efectúa el nodo MIP 218-1, el puente 202-6 efectúa los nodos MIP 218-2 y 218-3, el puente 202-7 efectúa los nodos MIP 218-4 y 218-5 y, finalmente, el puente 202-8 efectúa el nodo 218-6.

En base a la anterior discusión, se hará aparente que una única entidad de red puede servir para efectuar uno o más nodos MIP/MEP a diferentes niveles, dependiendo de su despliegue y de la provisión de servicio OAM. A modo de ilustración, puede observarse que la entidad de puente 202-2 efectúa el procesamiento y la lógica de los nodos MIP de nivel de cliente 206-1, MEP de nivel de proveedor de servicio 208-1, MEP de nivel de operador 212-1 así como MIP de nivel de operador 214-1. En consecuencia, el equipo físico de una red Ethernet representa una capa plana, “verticalmente comprimida”, que es lógicamente expansible en un número de niveles jerárquicos de los cuales, a un nivel cualquiera, puede abstraerse un dominio OAM como concatenación de una pluralidad de nodos MIP limitados por múltiples nodos MEP. En esencia, la FIG 3 representa dicha realización ejemplar de un dominio OAM 300, que incluye unos nodos 304-1 a 304-N limitados por un par de nodos MEP 302-1 y 302-2, que

representa un caso particular de operación punto a punto. Se comprenderá que en el caso de punto a multipunto, se proveen más de dos MEPs para limitar un dominio OAM (según se aprecia, por ejemplo, en la parte de red central 108 de la FIG 1).

Según se aludió anteriormente, los nodos MEP sirven para originar diversas tramas OAM que pueden usarse para efectuar funciones de servicio OAM tales como descubrimiento, verificación de conectividad, mediciones de latencia/pérdida, mediciones de variación de retardos, etcétera, dentro de una red Ethernet punta a punta. En general, las tramas OAM son emitidas sobre una base de Conexión Virtual per-Ethernet (perEVC) y tienen el aspecto de tramas de datos de usuario, pero se diferencian por (i) ciertas direcciones de multidifusión predeterminadas para el descubrimiento OAM y (ii) ciertos EtherTypes predeterminados para OAM. También porque al tener Ethernet, como tecnología de transporte sin conexión, la propiedad de que puedan enviarse paquetes a diferentes entidades dentro de la red que no los necesitan o no deberían recibirlos (por ejemplo, cuando no se conoce la dirección MAC, también se codifican en los mismos barreras o filtros OAM basados en dominios.

La FIG 4A representa una trama de Indicación y Supresión de Alarmas en Ethernet (EthAIS o AIS) 400 que tiene unos campos de información de indicación de fallo de acuerdo con una realización de la presente invención. Se provee un número de campos tales como direcciones Destino y Fuente de MAC 402 y 404, Ethertype de Virtual LAN (VLAN) 406, etiqueta de VLAN 408, EtherType de OAM 410 y campo de nivel OAM 412, junto con los campos Versión 414 y Reservado 416. Adicionalmente, aunque no se muestra en la FIG 4A, también pueden incluirse en la trama AIS 400 campos tales como Preámbulo, Postámbulo, Comprobación de Redundancia Cíclica (CRC), etcétera. Para proporcionar información de fallos se incluyen en la trama AIS 400 un opcode 418 y un número de campos opcionales Tipo-Longitud-Valor (TLV) 420 de opcodes específicos. Según se verá con mayor detalle a continuación, proporcionar en las tramas AIS los tipos de localización y causa de fallos facilita un esquema innovador para distinguir los fallos entre un nivel OAM y otro nivel OAM según se propagan las tramas a través de los dominios OAM en una jerarquía Ethernet.

Según se ilustra, el campo TLV opcional 420 puede estar compuesto por un número de subcampos, campos Fijos AIS 422, Banderas AIS 424, TLV de ID de Puerto 426, TLV de ID de Chasis 428, y un subcampo para TLVs opcionales adicionales 430. Así pues, se identifica una “localización de fallo” por medio del contenido de TLV de ID de Puerto 426 y TLV de ID de Chasis 428, que se muestran con mayor detalle en las FIG 4B y 4C, respectivamente. En una implementación, estos campos están poblados con el TLV del Punto de Acceso de Servicio MAC (MSAP) según IEEE 801.1ab, que incluye la ID de puerto y la ID de chasis. Como parte del mecanismo de propagación AIS de la presente invención, los MEPs receptores sustituyen el MSAP de las tramas AIS entrantes con su propio MSAP.

Una diferenciación adicional de los campos Fijos de AIS 422 y las Banderas de AIS 424 da lugar al campo Número de Secuencia 432, campo Conteo de Tiempo de AIS 434, campo Conteo de Tiempo de AIS Borrado 436, campo ID de Operador 438, campo Tipo de Causa de Fallo 440, campo Indicación de Nivel AIS 442 y campo Tiempo de Reparación 444. El contenido del campo Número de Secuencia 432 identifica unívocamente una trama AIS que se transmite debido a una determinada localización de fallo. El Tipo de Causa de Fallo 440 proporciona un mecanismo para codificar diferentes tipos de fallos, por ejemplo, indicación de fallo de enlace, indicación de congestión, pérdida de trama de CC, fallo borrado, etc. La ID de Operador 438 sirve para indicar qué entidad de operador es responsable para manejar el fallo causado. La Indicación de Nivel AIS 442 proporciona un mecanismo para identificar si las tramas AIS son del dominio OAM actual o no, lo cual se usa para determinar si se suprimen las alarmas (si la trama AIS es de un nivel de dominio OAM más bajo) o no (si la trama AIS es del nivel del dominio OAM actual).

Para asegurar la fiabilidad de las trama AIS, se proporciona una información adicional por medio de campos tales como el campo Conteo de Tiempo de AIS 434, campo Conteo de Tiempo de AIS Borrado 436, y campo Tiempo de Reparación 444. El contenido del campo Conteo de Tiempo de AIS 434 indica cuanto ha estado presente un fallo (es decir, el tiempo transcurrido desde la detección del fallo). En una implementación, para un número de secuencia, este campo se incrementa en uno cada vez que se genera una trama AIS. El campo Conteo de Tiempo de AIS Borrado 436 sirve para indicar el tiempo transcurrido desde que se borró un fallo particular. Para un número de secuencia, este campo se incrementa en uno cada vez que se genera una trama Fallo de AIS Borrado. En consecuencia, incluso si algunas tramas AIS se pierden en tránsito mientras se propagan a través de una jerarquía Ethernet OAM, el campo Conteo de Tiempo de AIS 434 y el campo Conteo de Tiempo de AIS Borrado 436 indicarán respectivamente el preciso instante del pasado en que se produjo o se borró un fallo. Por ejemplo, un valor de 100 en el Conteo de Tiempo de AIS indica que hace 100 segundos se detectó un fallo al nivel inferior (en base a la generación periódica de una trama AIS por segundo).

Durante operación general, las tramas Ethernet AIS son generadas periódicamente por los nodos MIP adyacentes a los fallos de enlace y propagadas a los niveles superiores (es decir, más altos) de una red Ethernet OAM. Un nodo MEP que reciba una trama AIS desde los niveles inferiores puede reconocer si el fallo está en los dominios

inferiores simplemente examinando la información indicadora de nivel en la trama AIS. A continuación, el nodo MEP puede suprimir las alarmas en su Sistema de Manejo de Red (NMS), en el nivel actual, que se hubieran generado debido a una pérdida de trama CC (a ese nivel) causada por el fallo en el nivel inferior. Deberá observarse, sin embargo, que los fallos de enlace identificados en el nivel OAM actual también son indicados mediante las tramas AIS (con la indicación del nivel actual), y las alarmas debidas a tales fallos de enlace no son suprimidas y se envían al NMS.

La FIG 5 representa un esquema generalizado 500 de propagación de tramas EthAIS en una jerarquía Ethernet OAM de acuerdo con una realización de la presente invención. Una jerarquía de tres niveles incluye un dominio OAM 502 en el Nivel- (i-1), un dominio OAM 504 en el Nivel- (i) y un dominio 506 en el Nivel- (i+1). Asociado a cada dominio OAM hay una correspondiente entidad NMS que sirve para responder a cualquier alarma generada por el dominio. En consecuencia, los números de referencia 508 (i-1), 508 (i) y 508 (i+1) se refieren a las entidades NMS asociadas a los dominios OAM 502, 504 y 506, respectivamente. En operación normal, cada dominio OAM está monitorizado por tramas CC, específicas para cada nivel, transmitidas por los nodos MEP del mismo. Si hay un fallo en un nivel por debajo de la jerarquía de tres niveles, el flujo de tramas CC en cada dominio OAM se interrumpe, creando así un fallo por pérdida de CC en el mismo, del cual es normalmente informado el NMS correspondiente aunque el fallo se haya producido en cualquier otro sitio. Sin embargo, debido a las tramas AIS que incluyen la información de localización del fallo y de nivel, y que se propagan a través de la jerarquía, cada dominio OAM sabe que el fallo está en algún otro sitio. En consecuencia, en los respectivos dominios OAM se suprimen las alarmas debidas a la pérdida de CC.

A modo de ilustración, el dominio OAM 502 recibe un AIS 510 desde un nivel inferior. Como resultado, se suprime la señalización de alarma 514 (i-1) al NMS 508 (i-1) debida a la pérdida de trama CC 512 (i-1) en el dominio 502 (desde sus MEPs). Adicionalmente, la información de localización del fallo y de nivel es propagada por uno o más nodos MEP del dominio OAM 502 hasta su dominio de nivel superior, es decir, el dominio OAM 504, por medio de una nueva trama. Al recibir la AIS (i-1) 516, el dominio OAM 504 determina que no debe informar de su pérdida de CC 512 (i) al correspondiente NMS 508 (i). En consecuencia se suprime la señalización de alarma 514 (i) en el mismo. Adicionalmente, substancialmente similar al comportamiento del dominio OAM 502, se propaga una nueva AIS (i) 518 al siguiente nivel superior, es decir, el Nivel- (i+1). En respuesta al contenido de la AIS (i) 518, el dominio OAM 506 determina también que no tiene que informar de su pérdida de CC 512 (i+1) al correspondiente NMS 508 (i+1)., tras lo cual se suprime la señalización de alarma 514 (i+1).

Los expertos en la técnica reconocerán la disponibilidad de un tratamiento similar en el que un fallo sea detectado primero al nivel de servidor de una red EO, excepto que la indicación inicial del fallo se propaga a través de mensajes, de tecnología específica, en el nivel de servidor, y no mediante generación de tramas AIS, hasta su dominio de nivel superior, por ejemplo, el dominio de nivel de operador. A continuación, los nodos MIP del dominio de nivel de operador generan tramas Ethernet AIS en consecuencia, las cuales son propagadas hacia arriba a través de la jerarquía de la red Ethernet OAM según se ha descrito anteriormente.

Con referencia a la FIG 6, se muestra en la misma un diagrama de flujo de un procedimiento de propagación de tramas EthAIS que sirve para una red Ethernet OAM de acuerdo con una realización de la presente invención. Al detectar un fallo, un nodo MIP dispuesto en un dominio OAM de nivel inferior, es decir, un primer dominio OAM (bloque 602), genera una trama Ethernet AIS que tiene un primer número de secuencia. En una implementación, uno o más MIPs, que están adyacentes a la localización del fallo, sirven para generar tal trama y transmitirla independientemente a través del dominio. Preferiblemente, los nodos MIP multidifunden la trama AIS generada, con el primer número de secuencia, a los nodos MEP del dominio (bloque 604). Tras la recepción de la trama AIS por uno o más nodos MEP del primer dominio OAM, los nodos MEP receptores generan otra trama Ethernet AIS que tiene un segundo número de secuencia, cuya segunda trama Ethernet AIS incluye una indicación de que se ha producido un fallo en el dominio OAM del nivel inferior (bloque 606). La segunda trama Ethernet AIS es transmitida entonces a un segundo dominio OAM que está dispuesto en un nivel jerárquico inmediatamente superior al primer dominio OAM (bloque 608). Adicionalmente, los nodos MEP receptores suprimen el envío a una entidad NMS, asociada con el segundo dominio OAM, de una señal de alarma que habría sido provocada por una pérdida de tramas CC en el mismo debida al fallo detectado en el nivel inferior.

La FIG 7 representa una realización de un esquema de propagación de tramas EthAIS 700 en una jerarquía de Ethernet OAM en respuesta a un fallo de enlace, en el cual se ejemplifica la pluralidad de puentes 202-1 a 202-9 descrita anteriormente con referencia a la FIG 2. Un fallo de enlace localizado en el nivel de servidor, entre los nodos de servidor adyacentes 702 y 704, es detectado por los nodos de servidor, tras lo cual cada nodo de servidor transmite respectivamente un mensaje de fallo 706, 708, específico para el nivel de servidor, a su correspondiente nodo MIP 214-1, 214-2 dispuesto en el siguiente dominio de nivel superior, es decir, el dominio de nivel de operador. Debido al fallo, el enlace de servidor efectuado entre los puentes 202-2 y 202-3 ya no está operativo, y los dominios OAM experimentan consecuentemente una brecha vertical que separa los dominios en dos lados. Según se ilustra, los nodos MIP de nivel de operador 214-1 y 214-2 pertenecen a lados diferentes de la

brecha, con lo cual cada uno sirve para generar una trama AIS 710, 712 con la información del fallo para transmitir a los respectivos lados del dominio de nivel de operador. En una implementación, las tramas AIS 710 y 712 son multidifundidas periódicamente por los MIPs durante la condición de fallo (por ejemplo, una trama por segundo). Al recibir las tramas AIS 710 y 712, los nodos MEP 212-1 y 212-2 del dominio de nivel de operador generan, respectivamente, una nueva trama AIS que tiene un número de secuencia diferente del número de secuencia de las tramas AIS recibidas. En una realización ejemplar, los nodos MEP 212-1 y 212-2 generan las nuevas tramas AIS tras agrupar todas las tramas AIS recibidas desde el nivel actual (es decir, el dominio del nivel de operador). La agrupación de las tramas AIS puede ser preferible porque un dominio de nivel superior (por ejemplo, el dominio del nivel de cliente) solo necesita saber que el fallo está en el nivel inferior (por ejemplo, el nivel de proveedor), pero no necesita saber cuantos fallos hay en el nivel inferior, o qué puentes del nivel inferior están en fallo. Por lo tanto, a un dominio OAM de nivel superior le basta con recibir una única indicación de fallo de AIS desde el dominio OAM de nivel inferior, independientemente del número de fallos del nivel inferior. En consecuencia, deberá apreciarse que la agrupación de las tramas AIS evita inundar el dominio OAM con tramas innecesarias.

Los MEPs de nivel de operador 212-1 y 212-2 propagan las nuevas tramas AIS hacia el dominio del nivel de proveedor, en el cual son similarmente multidifundidas hacia las porciones restantes del dominio. El número de referencia 714 se refiere a una trama AIS recibida por el MIP de nivel de proveedor 210-1 desde el MEP de nivel de operador 212-2, la cual es transmitida al MEP de nivel de proveedor 208-2, que agrupa las tramas AIS recibidas por el mismo y propaga otra nueva trama AIS hacia el dominio de nivel de cliente. Según se ilustra, el nodo MIP de nivel de cliente 206-2 sirve para recibir la nueva trama AIS desde el dominio de nivel de proveedor, la cual es luego multidifundida a los nodos MEP de nivel de cliente (por ejemplo, MEP 204-2). Como resultado de la propagación de AIS a través de la jerarquía OAM, los nodos MEP de cada nivel sirven para determinar si la condición de fallo en la red es debida a un fallo de enlace en el nivel de servidor y, en consecuencia, suprimir la señalización de alarma (debida a la pérdida de tramas CC en ese nivel) a la entidad NMS asociada con cada nivel.

La FIG 8 representa una realización de un esquema de propagación de tramas EthAIS 800 en una jerarquía Ethernet OAM en respuesta a una pérdida de CC. Similar al escenario representado en la FIG 7, se ejemplifica la pluralidad de puentes 202-1 a 202-9, habiéndose producido una condición de congestión o de fallo de tejido en la ME de nivel de operador definida por los MEP 212-1 y MEP 212-2. Sin embargo, el enlace subyacente no experimenta ninguna condición de fallo. El fallo de tejido o la congestión impiden que las tramas CC pasen por la ME del nivel de operador, lo cual es detectado únicamente por los puntos extremos de las MEs, los MEP 212-1 y 212-2. Sin embargo, los nodos MIP adyacentes al fallo de tejido no pueden detectarlo. Ante la detección de la condición de pérdida de tramas CC, los nodos MEP 212-1 y 212-2 propagan respectivamente tramas Ethernet AIS a sus correspondientes nodos en el dominio de nivel superior (por ejemplo, el dominio de nivel de proveedor). Un nodo MIP receptor, por ejemplo el MIP 210-1, en el dominio de nivel de proveedor, multidifunde la trama 714 a los MEPs del mismo para efectuar la supresión de alarma (a ese nivel) y la propagación de AIS al siguiente nivel (es decir, el nivel de cliente).

La FIG 9 representa una realización de un esquema de propagación de tramas EthAIS 900 en una jerarquía Ethernet OAM para indicar el borrado de un fallo. Tras la reparación de una condición de fallo en el nivel de servidor entre los puentes 202-2 y 202-3, los nodos de servidor proporcionan unas señales adecuadas 902, 904 a los nodos MIP 214-1 y 214-2 en el dominio de nivel de operador. De manera similar a la generación de tramas AIS en el caso de un fallo de enlace, los MIPs adyacentes al enlace que ha sido reparado generan unas tramas AIS Borrado 906, 908 que son propagadas a sus respectivos nodos MEP 212-1, 212-2. A continuación, los nodos MEP 212-1, 212-2 generan nuevas tramas AIS Borrado (por ejemplo, AIS Borrado 912 y AIS Borrado 910) para su propagación a través de la jerarquía OAM. Los expertos en la técnica reconocerán, tras hacer referencia a este documento, que sin un esquema de indicación del borrado de un fallo por medio de las tramas AIS Borrado, un nodo MIP o MEP en un nivel determinado tendría que esperar un número arbitrario de periodos de tiempo AIS durante los cuales no se recibe ninguna indicación AIS para indicar o considerar que el fallo se ha borrado. Implementando tramas AIS Borrado, puede proveerse a través de toda la jerarquía OAM una confirmación positiva de que un fallo está efectivamente borrado.

En base a la anterior discusión, se hará aparente que la generación y propagación de tramas AIS proporciona un ventajoso esquema para transmitir información de fallos en una jerarquía Ethernet OAM multinivel, mediante el cual pueden diferenciarse los fallos en dominios de diversos niveles. Además, se suprimen en un nivel particular las alarmas debidas a fallos en niveles inferiores (es decir, no se informa a la entidad NMS asociada con el nivel particular) porque esos fallos se arreglarán en el nivel inferior. Adicionalmente, con Ethernet AIS un dominio OAM particular (por ejemplo, un dominio de nivel de cliente) puede aplicar penalidades a un dominio de nivel inferior (por ejemplo, un dominio de proveedor) cuando se produzca una indisponibilidad del servicio debida a fallos procedentes del dominio OAM de nivel inferior. En consecuencia, los clientes pueden obtener un reembolso en base una indisponibilidad del servicio achacable a los dominios de nivel inferior.

Surgen, sin embargo, ciertos problemas técnicos al implementar el esquema AIS en una red Ethernet OAM

ejemplar. En primer lugar, fallos simultáneos en los dominios Ethernet OAM desencadenan una cascada de múltiples tramas AIS hacia los dominios superiores, que resultará en un tráfico de alarmas excesivo e innecesario en los niveles superiores. Adicionalmente, con Ethernet AIS a veces pueden suprimirse equivocadamente alarmas debidas a fallos en un nivel particular de las que debería informarse al NMS de ese nivel. Por ejemplo, tal escenario puede surgir cuando desde un dominio de nivel inferior se propagan unas tramas AIS, debidas a fallos en ese nivel inferior, que causan la supresión no discriminatoria de la señalización de alarma en los niveles superiores. El resto de la divulgación de la presente patente planteará realizaciones de diversos esquemas enfocados específicamente a estos problemas.

La FIG 10A representa una realización de una red Ethernet OAM1000 que ejemplifica la generación de múltiples tramas EthAIS, en el cual un dominio de proveedor 1002 está acoplado a unas porciones de dominio de cliente 1004A y 1004 B. Un equipo de puentes de proveedor P1 1034, P2 1018 y P3 1020 forma una porción interior del dominio de proveedor, que forma interfaz con el dominio de cliente mediante una pluralidad de puentes de Borde de Proveedor (PE). A modo de ilustración, se proveen los puentes PE1 1014, PE2 1016, PE3 1022 y PE 1020. Las porciones de dominio de cliente 1004A y 1004B están igualmente compuestas por una pluralidad de puentes de cliente que incluyen puentes de Borde de Cliente (CE). Según se ejemplifica, C1 1012 y C2 1010 están acoplados a CE1 1006, que a su vez forma interfaz con PE1 1014. Similarmente, CE2 1008, CE3 1028 y CE4 1026 forman interfaz con PE2 1016, PE3 1022 y PE4 1024, respectivamente. Adicionalmente, cada uno de los diversos puentes de la red 1000 está representado con cuatro puertos, a título de ejemplo.

Siguiendo la referencia a la FIG 10A, se ejemplifican dos fallos simultáneos 1030 y 1034 dentro del dominio de proveedor, de los cuales el fallo 1030 se produce entre P1 1034 y P2 1018 y el fallo 1032 se produce entre P3 1020 y PE4 1024. Según se describió con detalle anteriormente, cada fallo independientemente da lugar a una trama Ethernet AIS en el dominio de proveedor. En consecuencia, se reciben dos tramas AIS separadas en el dominio de cliente, significando múltiples fallos en el nivel inferior (es decir, el dominio de proveedor). A medida que aumenta el número de fallos en el nivel de proveedor, el número de tramas AIS en el nivel de cliente aumentará correspondientemente, resultando en un tráfico excesivo. Sin embargo, la recepción de tales tramas AIS múltiples no proporciona ninguna información útil adicional, puesto que cada una de las tramas AIS procedentes del nivel inferior actuará para suprimir la señalización de alarma en el nivel superior.

La FIG 10B representa un esquema para optimizar flujos de múltiples tramas EthAIS procedentes de un único nivel en la red Ethernet OAM1000 de acuerdo con una realización de la presente invención. Esencialmente, la solución implica la generación de tramas Ethernet AIS hacia un dominio de nivel superior solo tras la detección de una pérdida de tramas CC en el nivel actual. Según se indicó anteriormente, los fallos 1030 y 1032 dan lugar a dos tramas AIS independientes que se propagan hacia el dominio de cliente. En primer lugar, en una ME ejemplar que implica a PE1, unos correspondientes flujos AIS 1056, 1058 llegan a PE1 1014, en donde un MEP 1054 (efectuado en el puerto 3 de PE1) termina los flujos. En paralelo, el MEP 1054 también monitoriza continuamente la recepción de las tramas CC desde los otros MEPs del dominio de proveedor. Si le faltan una o más tramas CC, dispara una alarma de falta de CC que indica que los MEPs remotos del dominio de proveedor no están enviando tramas CC y por lo tanto son inalcanzables. En el ejemplo mostrado en la FIG 10B, los fallos 1030 y 1032 impiden que el nodo MEP 1054 reciba tramas CC desde otros nodos MEP del dominio de proveedor, disparando así la generación de alarmas de pérdida de CC. Así se regenera una única trama AIS 1060 y se transmite hacia el dominio de cliente por medio del MIP 1052, que luego multidifunde la trama 1060 en el dominio de cliente.

El anterior esquema de procedimiento de propagación de tramas AIS está planteado como un diagrama de flujo en la FIG 11 de acuerdo con una realización de la presente invención. Según se indica en el bloque 1102, un nodo MEP dispuesto en un dominio OAM de un nivel particular recibe una primera trama Ethernet AIS, cuya trama Ethernet AIS se ha propagado debido a una primera condición de fallo. El Nodo MEP del dominio OAM del nivel particular recibe una segunda trama Ethernet AIS, siendo propagada la segunda trama AIS en respuesta a una segunda condición de fallo (bloque 1104). La lógica de la que está provisto el nodo MEP determina que existe una pérdida de tramas CC en el dominio del nivel actual, es decir, el dominio del nivel particular, debida al menos a una de las condiciones de fallo primera y segunda. En respuesta a la determinación, el nodo MEP termina la primera y segunda tramas AIS y genera una nueva trama Ethernet AIS única para su propagación hacia un siguiente dominio OAM de nivel superior (bloque 1106).

La FIG 12A representa una realización de una red Ethernet OAM 1200 en la cual se ejemplifica la supresión no discriminatoria de alarmas. De manera similar a la red Ethernet OAM 1000 descrita anteriormente, una pluralidad de puentes está organizada en un dominio de proveedor 1201 y en unas porciones de dominio de cliente 1203A, 1203B. Tal como se ilustra, PE1 1206, PE1 1208, PE3 1210, y PE4 1212 están dispuestos en el dominio de proveedor 1201. De la misma manera, las porciones de dominio de cliente 1203A y 1203B comprenden respectivamente C2 1202 y CE1 1204, y CE3 1214, CE4 1216 y C1 1218. A modo de ejemplo, en el dominio de cliente se proporcionan dos sistemas ME: ME{MEP5, MEP4}, en el cual MEP5 está configurado en el puerto 3 de C2 1202, MEP1 está configurado en el puerto 2 de CE3 1214, y MEP4 está configurado en el puerto 4 de C1. Por

consiguiente, las tramas CC del nivel de cliente se pasan a través de cada uno de los sistemas ME provistos en la arquitectura OAM. Los expertos en la técnica reconocerán que durante el funcionamiento normal, un conjunto de tramas CC atravesará los puentes C2 1202, CE1 1204, PE1 1206, P1 1208, PE3 1210, CE3 1214 como parte del sistema ME{MEP5, MEP1}, y otro conjunto de tramas CC atravesará los puentes C2 1202, CE1 1204, PE1 1206, P1 1208, PE4 1212, CE4 1216, C1 1218 como parte del sistema ME{MEP5, MEP4}.

En el dominio de proveedor 1201 se ejemplifica un fallo de enlace 1209 entre P1 1208 y PE3 1210,, que da lugar a la generación de una trama Ethernet AIS y a su propagación hacia el dominio de nivel superior, es decir, el dominio de cliente. Sin embargo, como resultado del fallo de enlace, se pierden las tramas CC que implican a la ME{MEP5, MEP1}. Tal como se ha descrito en mayor detalle anteriormente, las tramas AIS causadas por el fallo de enlace 1209 en el dominio de proveedor eventualmente alcanzan los nodos MEP limítrofes del dominio de cliente, momento en el cual se suprime la señal de alarma debida a la pérdida de tramas CC de cliente (causadas por el fallo de enlace). Por otro lado, puesto que el mecanismo Ethernet AIS actualmente efectúa la supresión no discriminatoria de todas las alarmas en un nivel particular, si hay fallos que son específicos de dicho nivel (de los cuales hay que informar, también se suprimen las pérdidas CC debidas a tales fallos. Tal como se ejemplifica en la FIG 12A, un fallo de tejido 1211 en CE4 1216 (en el dominio de cliente), que crea la pérdida de tramas CC que implican ME{MEP5, MEP4}, se suprime erróneamente en el dominio de cliente.

La FIG 12B representa un esquema generalizado 1250 para efectuar una supresión inteligente de alarmas en una jerarquía Ethernet OAM de acuerdo con una realización de la presente invención. Se ejemplifican tres niveles de dominios OAM, Nivel- (i-1), Nivel- (i) y Nivel- (i+1), presentando cada dominio su propia circulación de trama CC. En el Nivel- (i+1), el dominio OAM incluye MEP 1252 y MEP 1254, con una pluralidad de nodos MIP 1256-1 a 1256-N entre los mismos. De la misma manera, el dominio OAM incluye el MEP 1260 y el MEP 1262, con una pluralidad de nodos MIP 1266-1 a 1266-M entre los mismos, y en el Nivel- (i-1) el dominio OAM incluye el MEP 1268 y el MEP 1270, con una pluralidad de nodos MIP 1272-1 a 1272-L entre los mismos.

En una fase de aprendizaje, un nodo MEP de nivel inferior obtiene información sobre la topología MEP de nivel superior mediante la monitorización de las tramas CC de nivel superior que pasan a través del mismo puente que efectúa tanto el MEP de nivel inferior como el correspondiente MIP de nivel superior. Tal como se ilustra en la FIG 12B, el MEP 1260 del Nivel- (i) y el MIP 1256-1 del Nivel- (i+1) se efectúan en el mismo equipo de puentes. MIP 1256-1 sirve para rastrear las tramas CC del Nivel- (i+1) que pasan a través del mismo, y mediante el examen de los contenidos de las mismas, el MIP 1256-1 puede determinar que los MEPs 1252 y 1254 residen en el dominio del Nivel- (i+1). La información de los MEP de nivel superior puede almacenarse en una base de datos de CC 1258, que esencialmente identifica todos los MEPs alcanzables del dominio de nivel superior. Puesto que el MEP de nivel inferior, es decir el MEP 1260, tiene acceso a la base de datos de CC 1258, puede proporcionarse la información de la topología MEP de nivel superior a los restantes nodos MEP de ese nivel, es decir el Nivel- (i), a través de las tramas CC del Nivel- (i). Aunque en el Nivel- (i) sólo se muestra un único MEP remoto (p. ej., el MEP 1262), resultará aparente que el mismo podrá estar provisto de múltiples MEPs remotos, recibiendo cada uno de los mismos las tramas CC con la información de MEP de nivel superior. Son posibles diversos modos de transmisión con respecto a la distribución de la información de MEP de nivel superior. En una implementación, sólo los cambios en la base de datos 1258 podrán transmitirse a través de las tramas CC cuando sea aplicable. Aunque esta aplicación es escalable, la sincronización resulta más difícil. En otra implementación, puede transmitirse la base de datos de CC 1258 completa en cada trama CC, lo que ofrece una solución fiable, aunque menos escalable. En otra implementación adicional, se proporciona un mecanismo híbrido que implica los dos acercamientos anteriores.

Los nodos MEP remotos que reciben una trama CC etiquetada con la información adicional de la topología MEP de nivel superior sirven para construir una correspondiente base de datos AIS que incluya nodos MEP de nivel superior alcanzables (y a la inversa, inalcanzables). A modo de ilustración, el MEP remoto 1262 de Nivel- (i) construye una base de datos AIS 1264 en base a la información recibida a través de las tramas CC de Nivel- (i) a partir del MEP 1260. Como ejemplo, las entradas de la base de datos AIS 1264 puede leerse tal como sigue: ”MEP 1, …. de Nivel- (i+1) reside detrás de MEP2 de Nivel- (i) que ha proporcionado esta información de la topología a través de sus tramas CC”.

De manera similar a la construcción de la base de datos AIS 1264 del Nivel- (i), cada nivel de una jerarquía de Ethernet OAM particular puede construir su propia base de datos de la topología MEP de nivel superior. En otras palabras, puede construirse una base de datos AIS mediante un nodo MEP de un Nivel- (i-1) que incluya información de la topología MEP alcanzable/inalcanzable aprendida mediante el examen de las tramas CC de Nivel- (i). Una vez que las bases de datos AIS están construidas apropiadamente en la red, pueden utilizarse los contenidos de las mismas para generar tramas Ethernet AIS con información de MEP de nivel superior apropiada, que se utilizarán para suprimir ciertos tipos de alarmas (debidas a fallos en los niveles inferiores) al tiempo que permitan las restantes alarmas (debidas a fallos en el nivel actual), tal como se expondrá a continuación.

La FIG 12C representa una realización de una fase de aprendizaje para efectuar una supresión inteligente de alarmas en la red Ethernet OAM 1200 anteriormente descrita. Durante la fase de aprendizaje, cada MIP de cliente situado en el borde del dominio de proveedor rastrea las tramas CC de cliente que pasan a través del mismo. Dado que estos MIPs de cliente se efectúan sobre puentes que pertenecen a la red de proveedor, el proveedor puede utilizarlos efectivamente para rastrear las tramas CC de cliente.

Tal como se ilustra en la FIG 12C, el MIP2 (en PE3 1210 en el puerto 2) aprende mediante el examen de las tramas CC del MEP1 del dominio de cliente, almacenando después esta información en una base de datos CC asociada con el mismo. El MEP2 de proveedor (por debajo del MIP2 de cliente) multidifunde las tramas CC de proveedor hacia el resto de MEPs de la red de proveedor. Tal como se ha explicado anteriormente, el MEP2 tiene acceso a la misma base de datos CC que el MIP2, puesto que reside en el mismo puerto que el MIP2. La información recogida por la base de datos CC es transmitida a través de la red de proveedor hacia los restantes MEPs de proveedor, a través de las tramas CC que incluyan campos TLV apropiados. Por consiguiente, el MEP3 del PE1 1206 recibirá las tramas CC de proveedor y las terminará. Luego extraerá la información de la base de datos CC, es decir la información de MEP de cliente basado en TLV, que se almacena en una nueva base de datos de Ethernet AIS que se clasifica mediante el envío de MEPs.

La FIG 12D representa una realización de una fase de generación de tramas para efectuar una supresión inteligente de alarmas en la red Ethernet OAM 1200. Al igual que antes, el fallo de enlace 1209 entre P1 1208 y PE3 1210 genera una pérdida de tramas CC entre MEP3 (puerto 3 en PE1 1206) y MEP2 (puerto 2 en PE3 1210) en el dominio de proveedor. Esta pérdida indica que el MEP2 es inalcanzable. PE1 1206 cuestiona a su base de datos de Ethernet AIS y determina que el MEP1 en el nivel de cliente reside detrás del MEP2, y por lo tanto también es inalcanzable. El MEP3 genera una trama Ethernet AIS hacia el dominio de cliente en respuesta a esta pérdida de CC. El MEP3 añade en esta trama AIS la información de la topología MEP de nivel superior adquirida durante la fase de aprendizaje con respecto al MEP1 inalcanzable en el nivel de cliente. En una implementación, el identificador del MEP1 se inserta dentro de la trama AIS a modo de campo de TLV. A continuación, se multidifunde la trama AIS hacia el dominio de cliente.

Al recibir la trama AIS con el campo de TLV adicional que contiene el identificador del MEP1, el MEP5 (puerto 3 en C2 1202) determina que la pérdida de tramas CC con respecto a la ME{MEP5, MEP1} se debe a un fallo en el dominio de proveedor y que debido a esto el MEP1 se ha vuelto inalcanzable. Por lo tanto, el MEP5 puede suprimir con seguridad la pérdida de CC en la ME{MEP5, MEP1}. Por otro lado, no se suprimen otras pérdidas de CC, p. ej., pérdidas de CC en la ME{MEP5, MEP4}. Esto es, dichas pérdidas de CC restantes que pertenezcan a un fallo en el nivel actual (p. ej., fallos de tejido en el dominio de cliente, tal como el fallo de tejido 1211 en CE4 1216) serán reportadas a su NMS.

La FIG 13 es un diagrama de flujo de un procedimiento de supresión inteligente de alarmas en una jerarquía de red Ethernet OAM de acuerdo con una realización de la presente invención. Tal como se presenta en el bloque 1302, un nodo MEP dispuesto en un dominio OAM de nivel inferior aprende la topología MEP de un dominio OAM de nivel superior adyacente mediante la monitorización de las tramas CC que pasan a través del dominio OAM del nivel superior adyacente. El MEP del nivel inferior propaga la información de la topología MEP del nivel superior hasta los nodos MEP del nivel inferior restantes (es decir, los MEPs remotos) a través de tramas CC del nivel inferior (bloque 1304). Se construye una base de datos AIS en uno o más MEPs remotos del dominio OAM del nivel inferior, en el cual la base de datos incluye información referente a qué MEPs del nivel superior son inalcanzables (es decir, identificando los MEPs del nivel superior que residen detrás de cada MEP del nivel inferior particular) (bloque 1306). Al detectar una pérdida de tramas CC en el dominio OAM del nivel inferior, se genera una trama Ethernet AIS y se propaga hasta el nivel superior adyacente, en el cual la trama Ethernet AIS está poblada con identidades de MEPs del nivel superior inalcanzables según lo determinado en base a la información de la base de datos AIS (bloque 1308). Tras recibir el dominio OAM del nivel superior la trama Ethernet AIS, los MEPs del mismo determinan cuáles de las pérdidas CC del nivel superior se deben a fallos procedentes de abajo (en base a la información de la base de datos AIS que indica qué MEPs del nivel superior están detrás de los MEPs del nivel inferior inalcanzables). En respuesta a esto, se suprimen (bloque 1310) las alarmas referentes a la pérdida de tramas CC del dominio OAM del nivel superior que están ideadas para pasar en bucle a través de un MEP del nivel superior inalcanzable. Tal como se ha mencionado anteriormente, las alarmas referentes a las restantes pérdidas de trama CC no se suprimen, y se reportan convenientemente a una entidad NMS asociada con el dominio OAM del nivel superior.

En base a la Descripción Detallada anterior, debe observarse que la presente invención proporciona ventajosamente un mecanismo de indicación y supresión de alarmas para una jerarquía de Ethernet OAM. Aunque se ha descrito la invención con referencia a determinadas realizaciones ejemplares, debe comprenderse que las formas de la invención mostradas y descritas deben tratarse únicamente a modo de ejemplos. Por consiguiente, pueden realizarse diversos cambios, sustituciones y modificaciones sin alejarse del alcance de la invención según lo definido en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIÓNES

1.- Un procedimiento de propagación de información de fallos en una red Ethernet (100) que tiene múltiples niveles jerárquicos designados de dominios de Operaciones, Administración y Mantenimiento, OAM, en el que cada dominio OAM está limitado por nodos de Punto Extremo de Mantenimiento, MEP, que limitan una pluralidad de nodos de Punto Intermedio de Mantenimiento, MIP, que comprende: transmitir una primera trama de Indicación y Supresión de Alarmas, AIS, de Ethernet, por medio de al menos un nodo MIP dispuesto en un primer dominio OAM de nivel jerárquico inferior en la red Ethernet (100), tras detectar un fallo en dicho primer dominio OAM de nivel jerárquico inferior, para su recepción por al menos un nodo MEP que limita dicho primer dominio OAM; tras recibir dicha primera trama Ethernet AIS, generar mediante dicho al menos un nodo MEP que limita dicho primer dominio una segunda trama Ethernet AIS para su transmisión a un segundo nodo MEP dispuesto en un segundo dominio OAM de nivel jerárquico superior, incluyendo dicha segunda trama Ethernet AIS una indicación de nivel que indica que se ha detectado un fallo en dicho primer dominio OAM de nivel jerárquico inferior; determinar un fallo en dicho segundo dominio OAM de nivel jerárquico superior en la red Ethernet (100) por medio de dicho segundo nodo MEP y, en respuesta a dicha segunda trama Ethernet AIS que incluye la indicación de nivel que indica que se ha detectado un fallo en dicho primer dominio OAM de nivel jerárquico inferior, suprimir la generación en dicho segundo dominio OAM, por medio de dicho segundo nodo MEP dispuesto en el segundo nivel jerárquico superior, de una alarma debida al fallo determinado en dicho segundo dominio OAM de nivel jerárquico superior.

2.- El procedimiento de propagación de información de fallos en una red Ethernet (100) que tiene múltiples dominios OAM según se relata en la reivindicación 1, en el cual dichos primer y segundo dominios OAM comprenden unos dominios OAM de nivel de operador y de nivel de proveedor, respectivamente.

3.- El procedimiento de propagación de información de fallos en una red Ethernet (100) que tiene múltiples dominios OAM según se relata en la reivindicación 1, en el cual dichos primer y segundo dominios OAM comprenden unos dominios OAM de nivel de proveedor y de nivel de cliente, respectivamente

4- El procedimiento de propagación de información de fallos en una red Ethernet (100) que tiene múltiples dominios OAM según se relata en la reivindicación 1, en el cual dichas primera y segunda tramas AIS son generadas con diferentes números de secuencia de la trama.

5- El procedimiento de propagación de información de fallos en una red Ethernet (100) que tiene múltiples dominios OAM según se relata en la reivindicación 1, en el cual dicha primera trama AIS es generada en respuesta a la detección de un fallo en un enlace asociado con dicho al menos un MIP.

6- El procedimiento de propagación de información de fallos en una red Ethernet (100) que tiene múltiples dominios OAM según se relata en la reivindicación 1, en el cual dicha primera trama AIS es generada por dicho al menos un MIP en respuesta a la detección de una condición de congestión en un enlace asociado con el mismo.

7- El procedimiento de propagación de información de fallos en una red Ethernet (100) que tiene múltiples dominios OAM según se relata en la reivindicación 1, en el cual dicho al menos un nodo MIP está dispuesto cerca de la localización de dicho fallo.

8- El procedimiento de propagación de información de fallos en una red Ethernet (100) que tiene múltiples dominios OAM según se relata en la reivindicación 1, en el cual dicha primera trama AIS es multidifundida por dicho al menos un nodo MIP dentro de dicho primer dominio OAM.

9- El procedimiento de propagación de información de fallos en una red Ethernet (100) que tiene múltiples dominios OAM según se relata en la reivindicación 1, el cual, en respuesta a dicha segunda trama Ethernet AIS recibida en dicho segundo dominio OAM, suprime la generación en dicho segundo dominio OAM de una alarma causada por una pérdida de tramas de Comprobación de Continuidad, CC, debida al fallo en dicho primer dominio OAM.

10- El procedimiento de propagación de información de fallos en una red Ethernet (100) que tiene múltiples dominios OAM según se relata en la reivindicación 1, que comprende adicionalmente: generar tramas AIS adicionales, por medio de al menos una parte de los otros nodos MIP dispuestos en dicho primer dominio OAM, en respuesta a la detección de más fallos en el mismo; transmitir dichas tramas AIS adicionales a dicho al menos un

nodo MEP que limita dicho primer dominio OAM; y agrupar dichas tramas AIS adicionales y dicha primera trama AIS por medio de dicho al menos un nodo MEP para generar una única segunda señal de trama AIS para su transmisión a dicho segundo dominio OAM.

11- El procedimiento de propagación de información de fallos en una red Ethernet (100) que tiene múltiples dominios OAM según se relata en la reivindicación 1, en el cual al menos una de dichas primera y segunda tramas AIS incluye un campo seleccionado del grupo que consiste en: campo de número de secuencia, campo de localización de fallo, campo de tipo de causa de fallo, y campo de indicación de nivel de AIS.

12- El procedimiento de propagación de información de fallos en una red Ethernet (100) que tiene múltiples dominios OAM según se relata en la reivindicación 11, en el cual al menos una de dichas primera y segunda tramas AIS incluye adicionalmente un campo de Tiempo de Conteo de AIS que sirve para indicar una cantidad de tiempo durante el cual ha estado presente un fallo particular.

13- El procedimiento de propagación de información de fallos en una red Ethernet (100) que tiene múltiples dominios OAM según se relata en la reivindicación 11, en el cual al menos una de dichas primera y segunda tramas AIS incluye adicionalmente un campo de Tiempo de Conteo de AIS Borrado que sirve para indicar una cantidad de tiempo transcurrido desde que un fallo particular ha sido borrado.

14.- Un sistema de propagación de información de fallos en una red Ethernet (100) que tiene múltiples niveles jerárquicos designados de dominios de Operaciones, Administración y Mantenimiento, OAM, en la cual cada dominio OAM está limitado por nodos de Punto Extremo de Mantenimiento, MEP, que limitan una pluralidad de nodos de Punto Intermedio de Mantenimiento, MIP, que comprende: medios para generar una primera trama de Indicación y Supresión de Alarma, AIS, de Ethernet, mediante al menos un nodo MIP dispuesto en un primer dominio OAM, tras detectar un fallo en dicho primer dominio OAM, para su transmisión a al menos un nodo MEP que limita dicho primer dominio OAM; medios que, tras recibir dicha primera trama Ethernet AIS, sirven para generar mediante dicho al menos un nodo MEP una segunda trama Ethernet AIS para su transmisión a un segundo dominio OAM, incluyendo dicha segunda trama Ethernet AIS una indicación de nivel que indica que se ha detectado un fallo en dicho primer dominio OAM; en el cual dicho segundo dominio OAM está dispuesto a un nivel jerárquico superior respecto a dicho primer dominio OAM; y medios que responden a dicha segunda trama Ethernet AIS, recibida en dicho segundo dominio OAM, para suprimir la generación en dicho segundo dominio OAM, en respuesta a un fallo detectado en dicho segundo dominio OAM, de una alarma causada por el fallo en dicho primer dominio OAM.

15.- El sistema de propagación de información de fallos en una red Ethernet (100) que tiene múltiples dominios OAM según se relata en la reivindicación 14, en el cual dichos primer y segundo dominios OAM comprenden unos dominios OAM de nivel de operador y de nivel de proveedor, respectivamente.

16.- El sistema de propagación de información de fallos en una red Ethernet (100) que tiene múltiples dominios OAM según se relata en la reivindicación 14, en el cual dichos primer y segundo dominios OAM comprenden unos dominios OAM de nivel de proveedor y de nivel de cliente, respectivamente

17- El sistema de propagación de información de fallos en una red Ethernet (100) que tiene múltiples dominios OAM según se relata en la reivindicación 14, en el cual dichas primera y segunda tramas AIS son generadas con diferentes números de secuencia de la trama.

18- El sistema de propagación de información de fallos en una red Ethernet (100) que tiene múltiples dominios OAM según se relata en la reivindicación 14, en el cual dicha primera trama AIS es generada en respuesta a la detección de un fallo en un enlace asociado con dicho al menos un MIP.

19- El sistema de propagación de información de fallos en una red Ethernet (100) que tiene múltiples dominios OAM según se relata en la reivindicación 14, en el cual dicha primera trama AIS es generada por dicho al menos un MIP en respuesta a la detección de una condición de congestión en un enlace asociado con el mismo.

20- El sistema de propagación de información de fallos en una red Ethernet (100) que tiene múltiples dominios OAM según se relata en la reivindicación 14, en el cual dicho al menos un nodo MIP está dispuesto cerca de la localización de dicho fallo.

21- El sistema de propagación de información de fallos en una red Ethernet (100) que tiene múltiples dominios OAM según se relata en la reivindicación 14, en el cual dicha primera trama AIS es multidifundida por dicho al menos un nodo MIP dentro de dicho primer dominio OAM.

22- El sistema de propagación de información de fallos en una red Ethernet (100) que tiene múltiples dominios OAM según se relata en la reivindicación 14, en el cual los medios, en respuesta a dicha segunda trama Ethernet

AIS recibida en dicho segundo dominio OAM, para suprimir la generación en dicho segundo dominio OAM de una alarma, incluye medios, en respuesta a dicha segunda trama Ethernet AIS, recibida en dicho segundo dominio OAM, para suprimir la generación de una alarma causada por una pérdida de tramas de Comprobación de Continuidad, CC, en dicho segundo dominio OAM, debida al fallo en dicho primer dominio OAM.

23- El sistema de propagación de información de fallos en una red Ethernet (100) que tiene múltiples dominios OAM según se relata en la reivindicación 14, que comprende adicionalmente: medios asociados con al menos una parte de otros nodos MIP para generar tramas AIS adicionales en respuesta a la detección de fallos adicionales en dicho primer dominio OAM; medios para transmitir dichas tramas AIS adicionales a dicho al menos un nodo MEP que limita dicho primer dominio OAM; y medios para agrupar dichas tramas AIS adicionales y dicha primera trama AIS por medio de dicho al menos un nodo MEP para generar una única segunda señal de trama AIS para su transmisión a dicho segundo dominio OAM.

24- El sistema de propagación de información de fallos en una red Ethernet (100) que tiene múltiples dominios OAM según se relata en la reivindicación 14, en el cual al menos una de dichas primera y segunda tramas AIS incluye un campo seleccionado del grupo que consiste en: campo de número de secuencia, campo de localización de fallo, campo de tipo de causa de fallo, y campo de indicación de nivel de AIS.

25- El sistema de propagación de información de fallos en una red Ethernet (100) que tiene múltiples dominios OAM según se relata en la reivindicación 24, en el cual al menos una de dichas primera y segunda tramas AIS incluye adicionalmente un campo de Tiempo de Conteo AIS que sirve para indicar una cantidad de tiempo durante el cual ha estado presente un fallo particular.

26- El sistema de propagación de información de fallos en una red Ethernet (100) que tiene múltiples dominios OAM según se relata en la reivindicación 24, en el cual al menos una de dichas primera y segunda tramas AIS incluye adicionalmente un campo de Tiempo de Conteo AIS Borrado que sirve para indicar una cantidad de tiempo transcurrido desde que un fallo particular ha sido borrado.

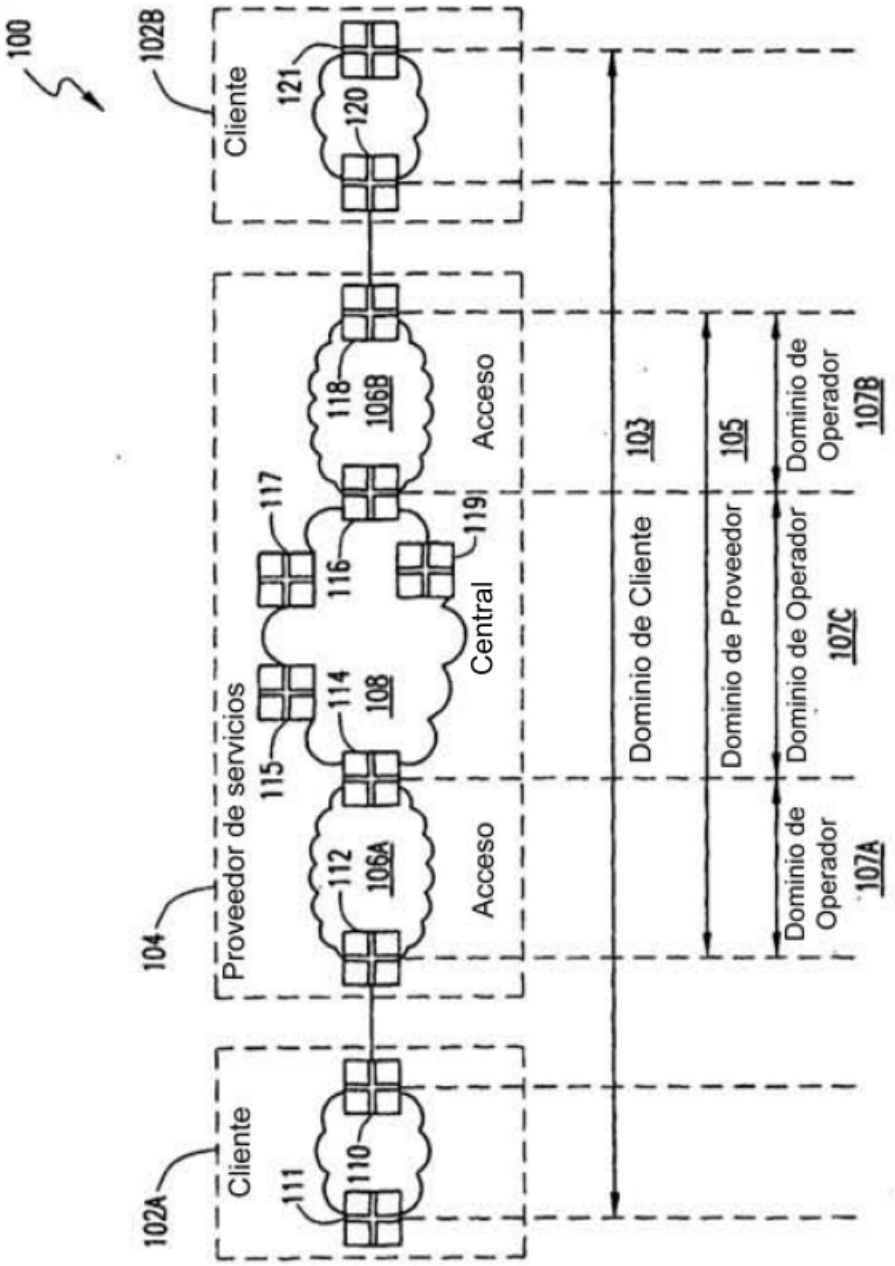

100
102B
Cliente
121
120
118
106B
Acceso
117
116
119
Central
114
108
115
112
106A
Acceso
104
Proveedor de servicios
Cliente
111
110
102A
Dominio de Cliente
103
Dominio de Proveedor
105
Dominio de Operador
107C
Dominio de Operador
107B
Dominio de Operador
107A

FIG. 1

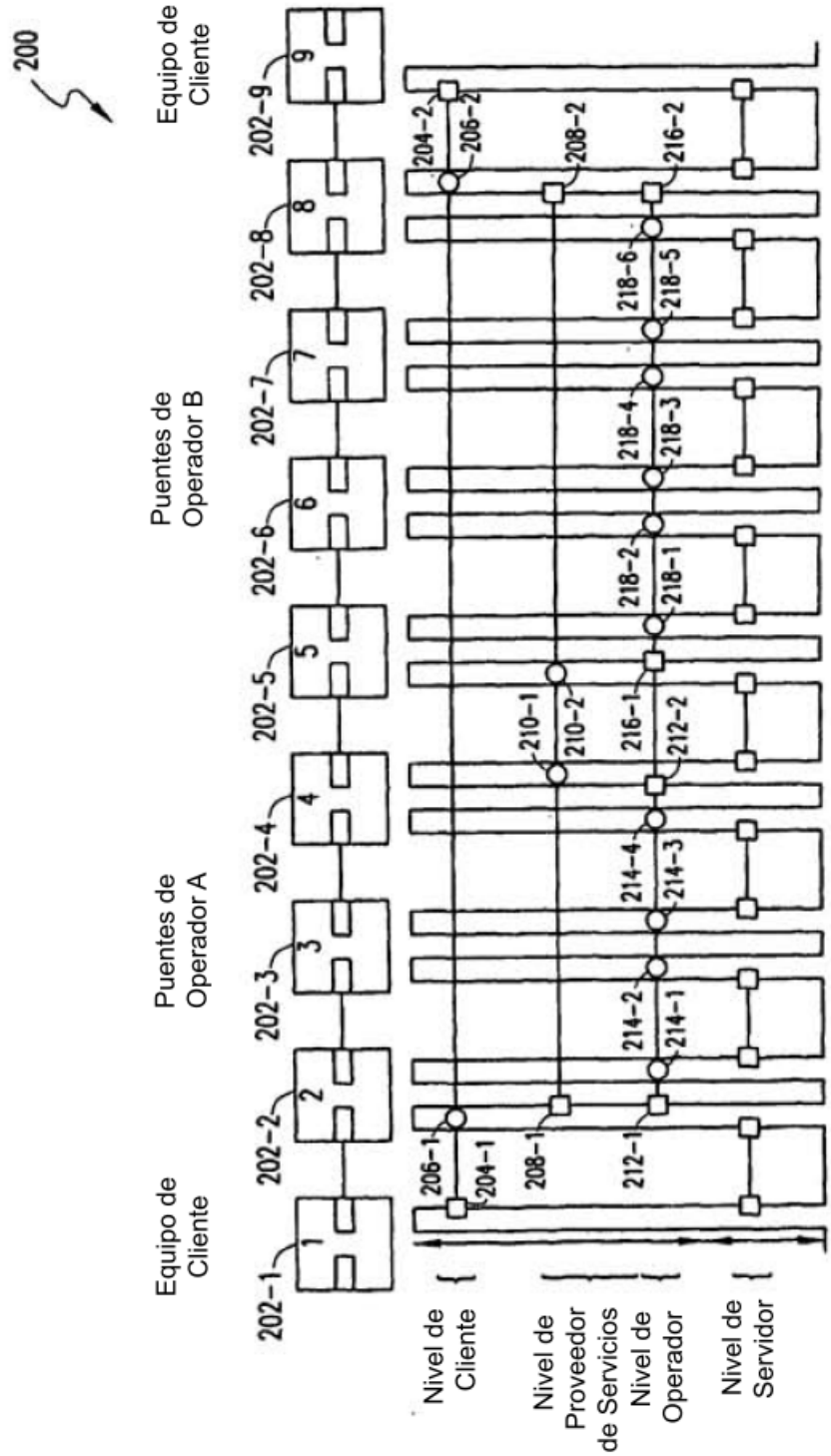

200
Equipo de Cliente
Puentes de Operador A
Puentes de Operador B
Equipo de Cliente
202-1
202-2
202-3
202-4
202-5
202-6
202-7
202-8
202-9
1
2
3
4
5
6
7
8
9
204-1
204-2
206-1
206-2
208-1
208-2
210-1
210-2
212-1
212-2
214-1
214-2
214-3
214-4
216-1
216-2
218-1
218-2
218-3
218-4
218-5
218-6
Nivel de Cliente
Nivel de Proveedor de Servicios
Nivel de Operador
Nivel de Servidor

FIG. 2

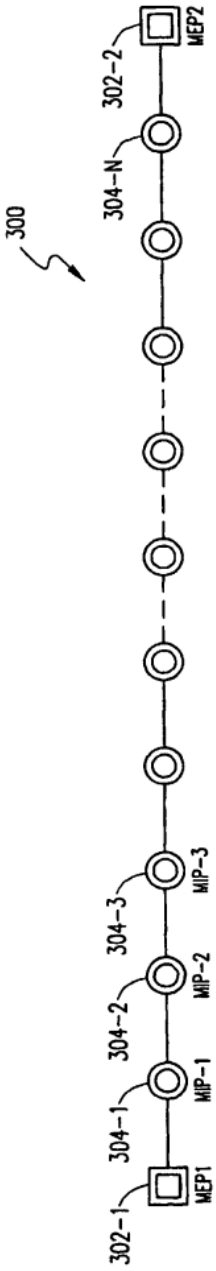


FIG. 3

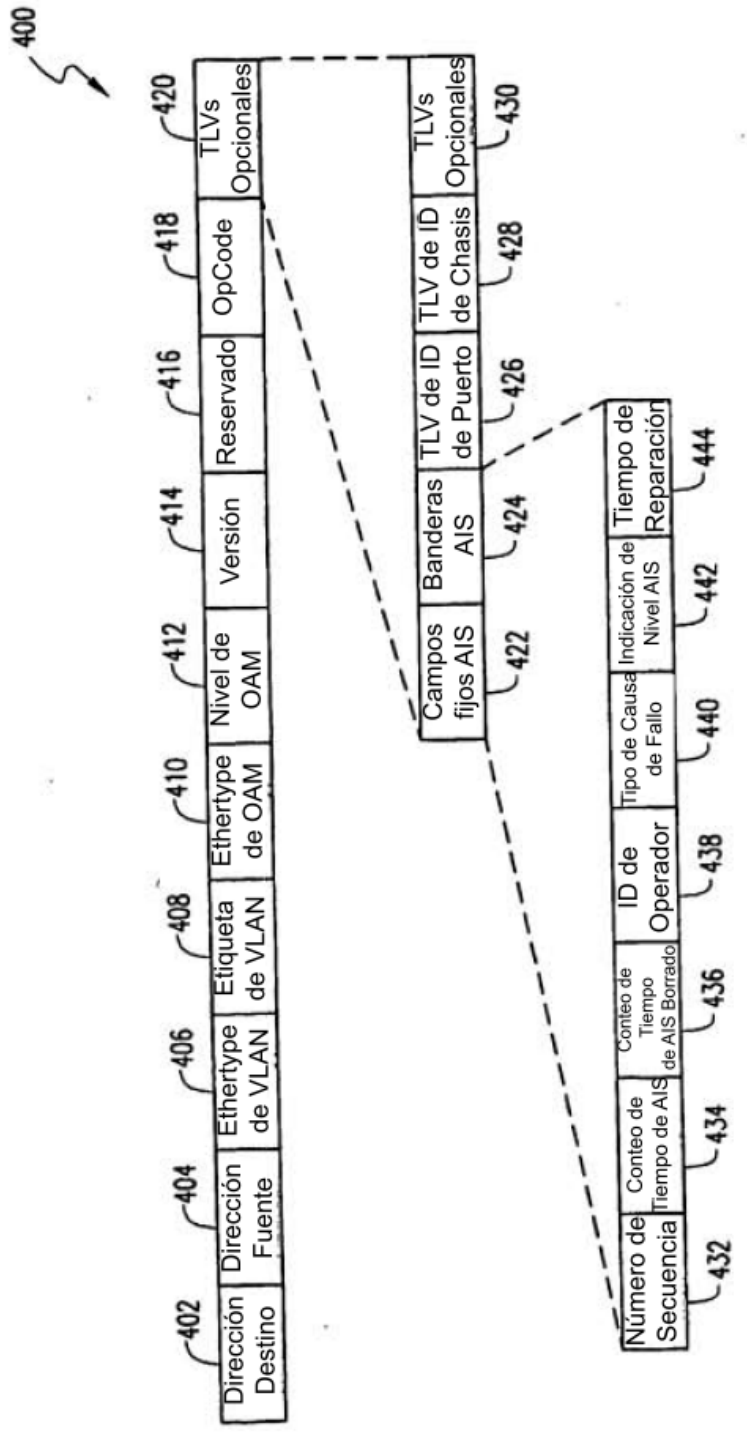

400
Dirección Destino
402
Dirección Fuente
404
Ethertype de VLAN
406
Etiqueta de VLAN
408
Ethertype de OAM
410
Nivel de OAM
412
Versión
414
Reservado
416
OpCode
418
TLVs Opcionales
420
Campos fijos AIS
422
Banderas AIS
424
TLV de ID de Puerto
426
TLV de ID de Chasis
428
TLVs Opcionales
430
Número de Secuencia
432
Conteo de Tiempo de AIS
434
Conteo de Tiempo de AIS Borrado
436
ID de Operador
438
Tipo de Causa de Fallo
440
Indicación de Nivel AIS
442
Tiempo de Reparación
444

FIG. 4A

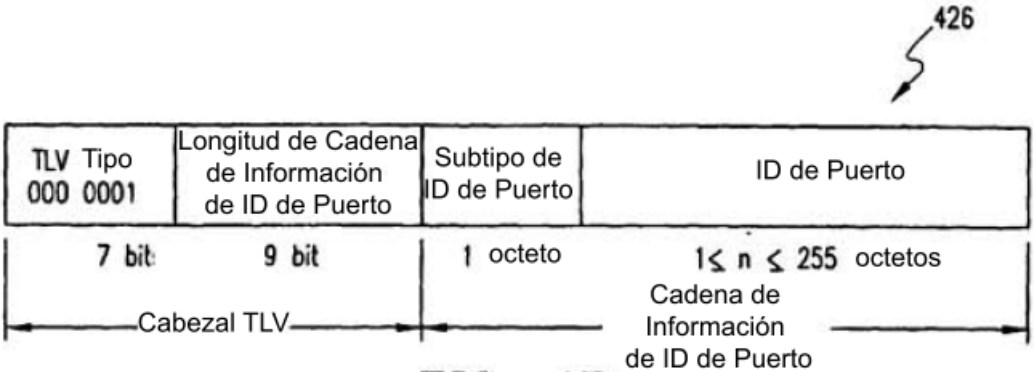

426
TLV Tipo
000 0001
Longitud de Cadena de Información de ID de Puerto
Subtipo de ID de Puerto
ID de Puerto
7 bit
9 bit
1 octeto
1≤ n ≤ 255 octetos
Cabezal TLV
Cadena de Información de ID de Puerto

FIG. 4B

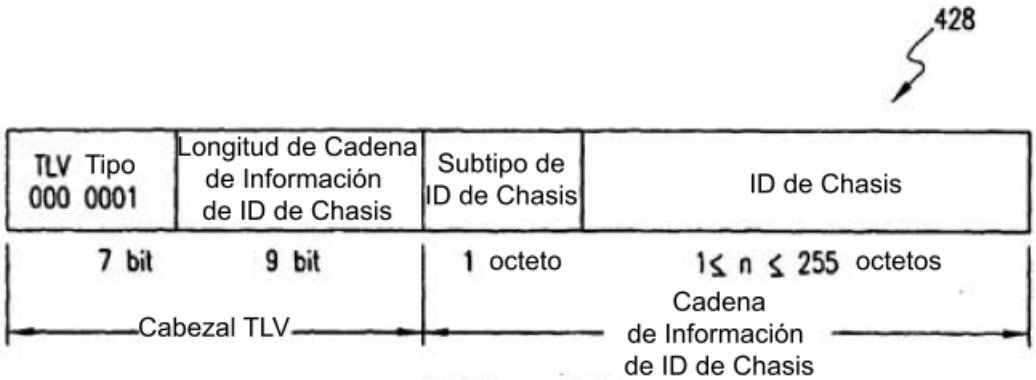
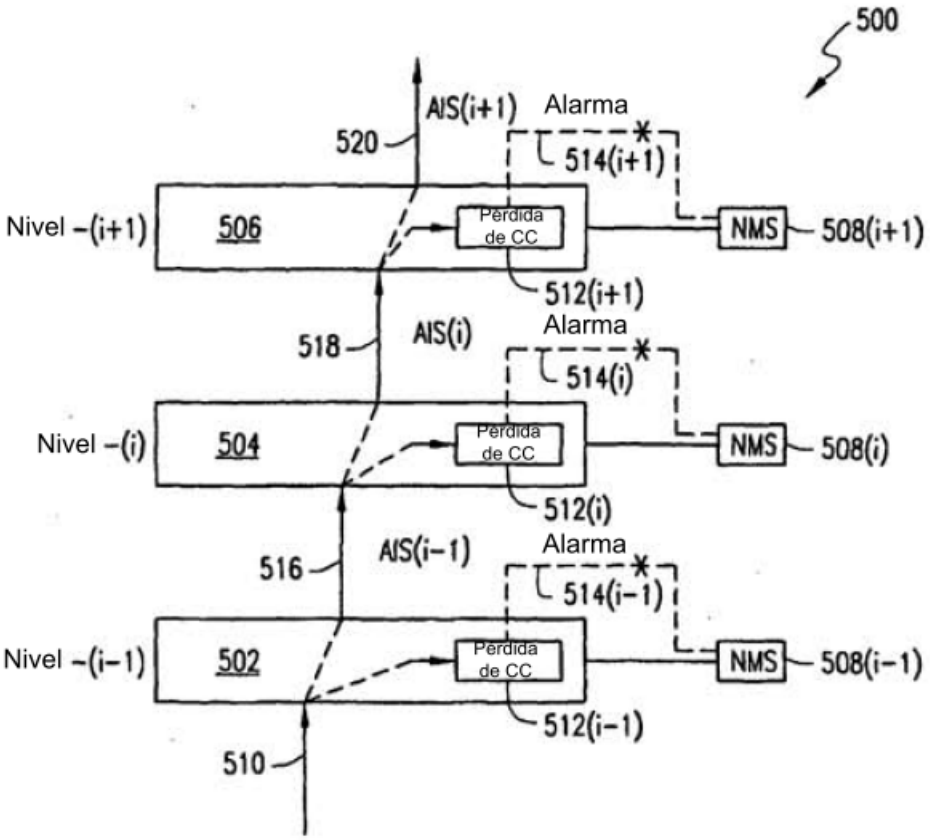

428
TLV Tipo
000 0001
Longitud de Cadena de Información de ID de Chasis
Subtipo de ID de Chasis
ID de Chasis
7 bit
9 bit
1 octeto
1≤ n ≤ 255 octetos
Cabezal TLV
Cadena de Información de ID de Chasis

FIG. 4C



Indicación de AIS/Fallo desde un nivel interior

FIG. 5

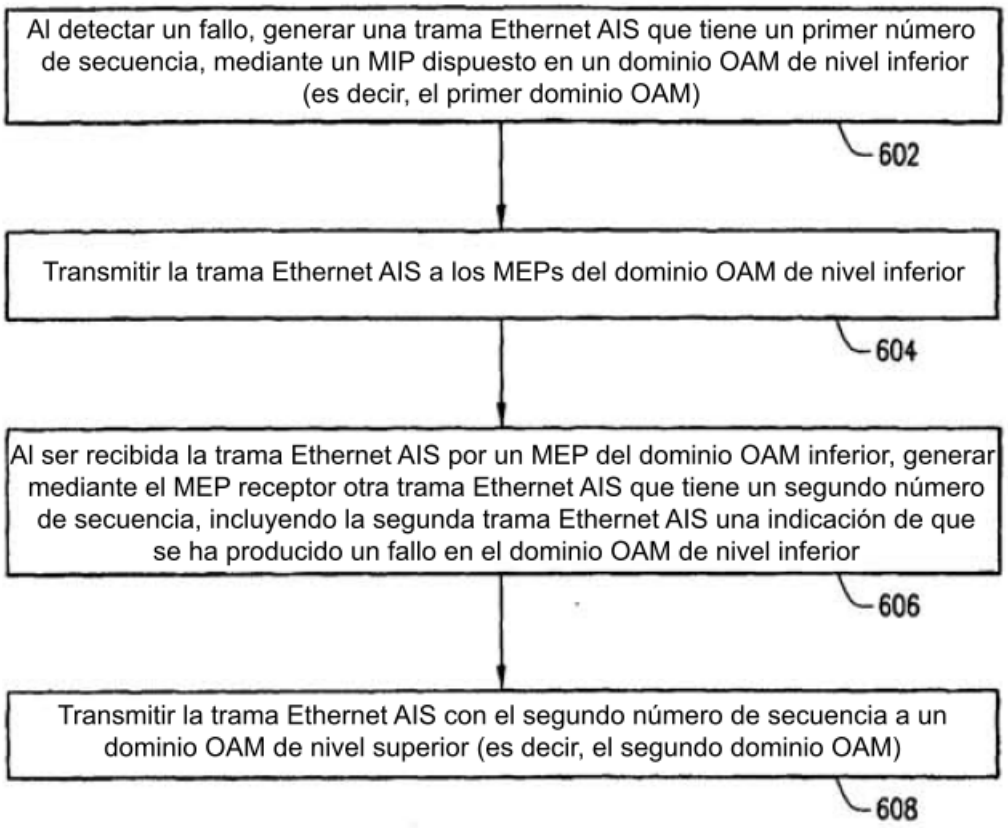

Al detectar un fallo, generar una trama Ethernet AIS que tiene un primer número de secuencia, mediante un MIP dispuesto en un dominio OAM de nivel inferior (es decir, el primer dominio OAM)
602
Transmitir la trama Ethernet AIS a los MEPs del dominio OAM de nivel inferior
604
Al ser recibida la trama Ethernet AIS por un MEP del dominio OAM inferior, generar mediante el MEP receptor otra trama Ethernet AIS que tiene un segundo número de secuencia, incluyendo la segunda trama Ethernet AIS una indicación de que se ha producido un fallo en el dominio OAM de nivel inferior
606
Transmitir la trama Ethernet AIS con el segundo número de secuencia a un dominio OAM de nivel superior (es decir, el segundo dominio OAM)
608

FIG. 6

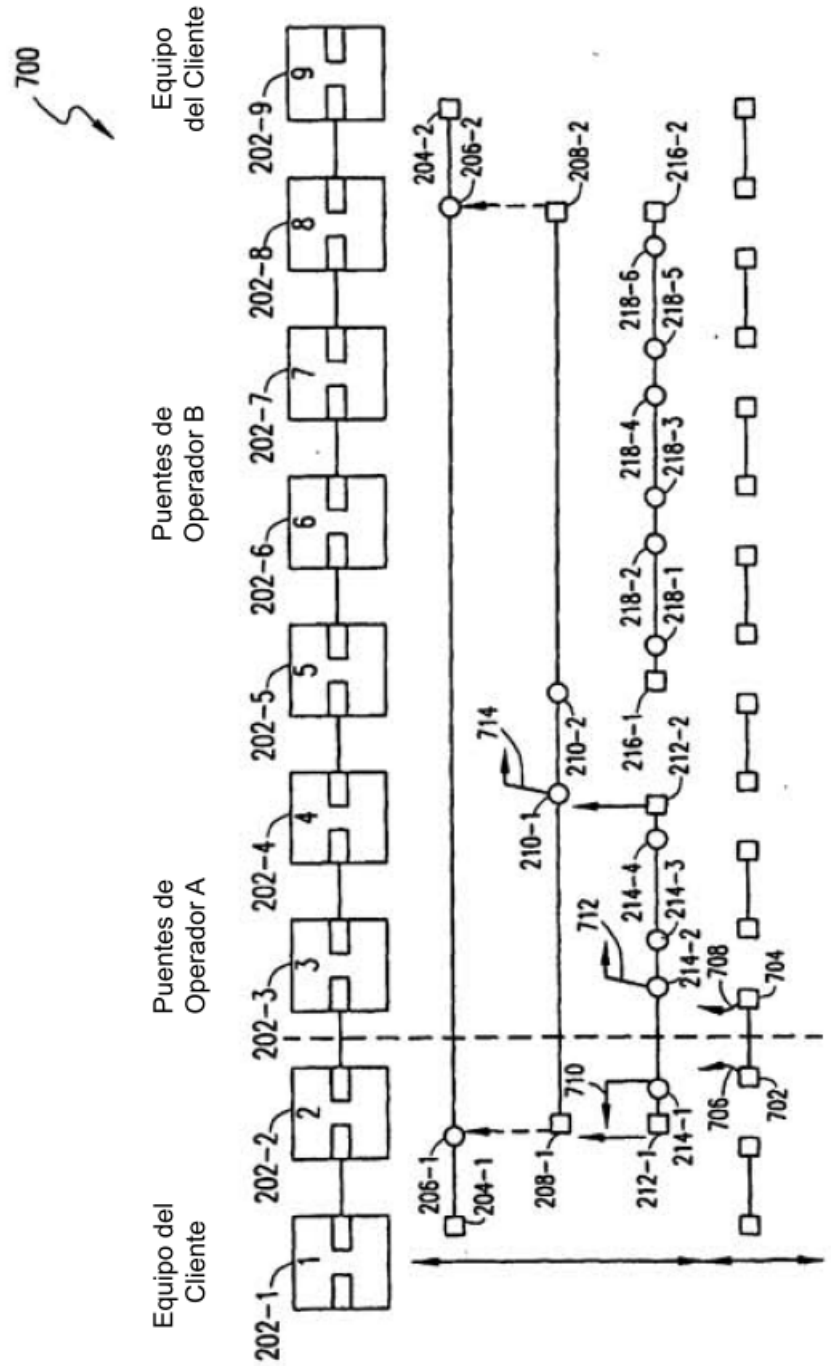

700
Equipo del Cliente
Puentes de Operador B
Puentes de Operador A
Equipo del Cliente
202-1
202-2
202-3
202-4
202-5
202-6
202-7
202-8
202-9
204-1
204-2
206-1
206-2
208-1
208-2
210-1
210-2
212-1
212-2
214-1
214-2
214-3
214-4
216-1
216-2
218-1
218-2
218-3
218-4
218-5
218-6
702
704
706
708
710
712
714

FIG. 7

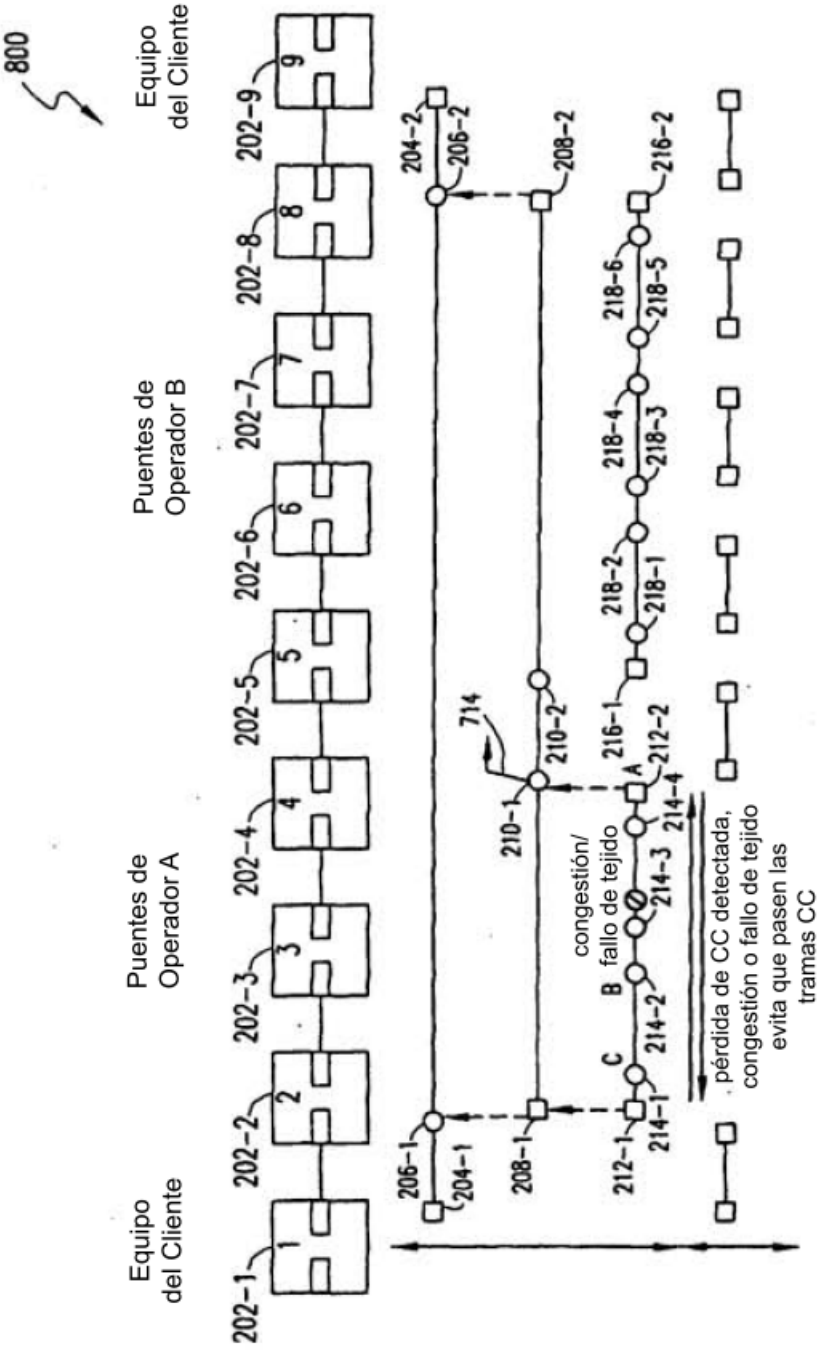

800
Equipo del Cliente
Puentes de Operador A
Puentes de Operador B
Equipo del Cliente
202-1
202-2
202-3
202-4
202-5
202-6
202-7
202-8
202-9
204-1
204-2
206-1
206-2
208-1
208-2
210-1
210-2
212-1
212-2
214-1
214-2
214-3
214-4
216-1
216-2
218-1
218-2
218-3
218-4
218-5
218-6
714
A
B
C
congestión/ fallo de tejido
pérdida de CC detectada, congestión o fallo de tejido evita que pasen las tramas CC

FIG. 8

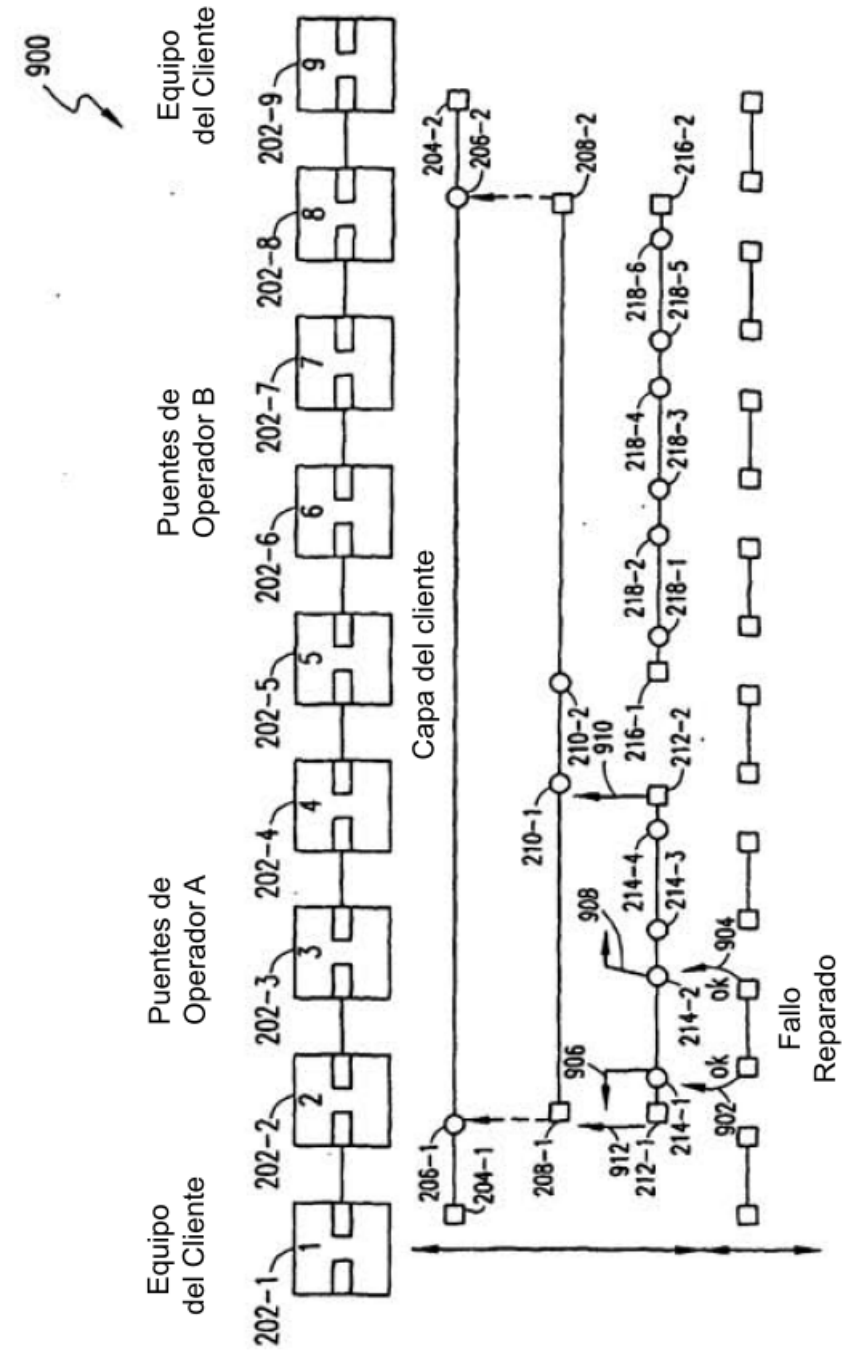

900
Equipo del Cliente
Puentes de Operador B
Puentes de Operador A
Equipo del Cliente
Capa del cliente
Fallo Reparado
ok
202-1
202-2
202-3
202-4
202-5
202-6
202-7
202-8
202-9
204-1
204-2
206-1
206-2
208-1
208-2
210-1
210-2
212-1
212-2
214-1
214-2
214-3
214-4
216-1
216-2
218-1
218-2
218-3
218-4
218-5
218-6
902
904
906
908
910
912

FIG. 9

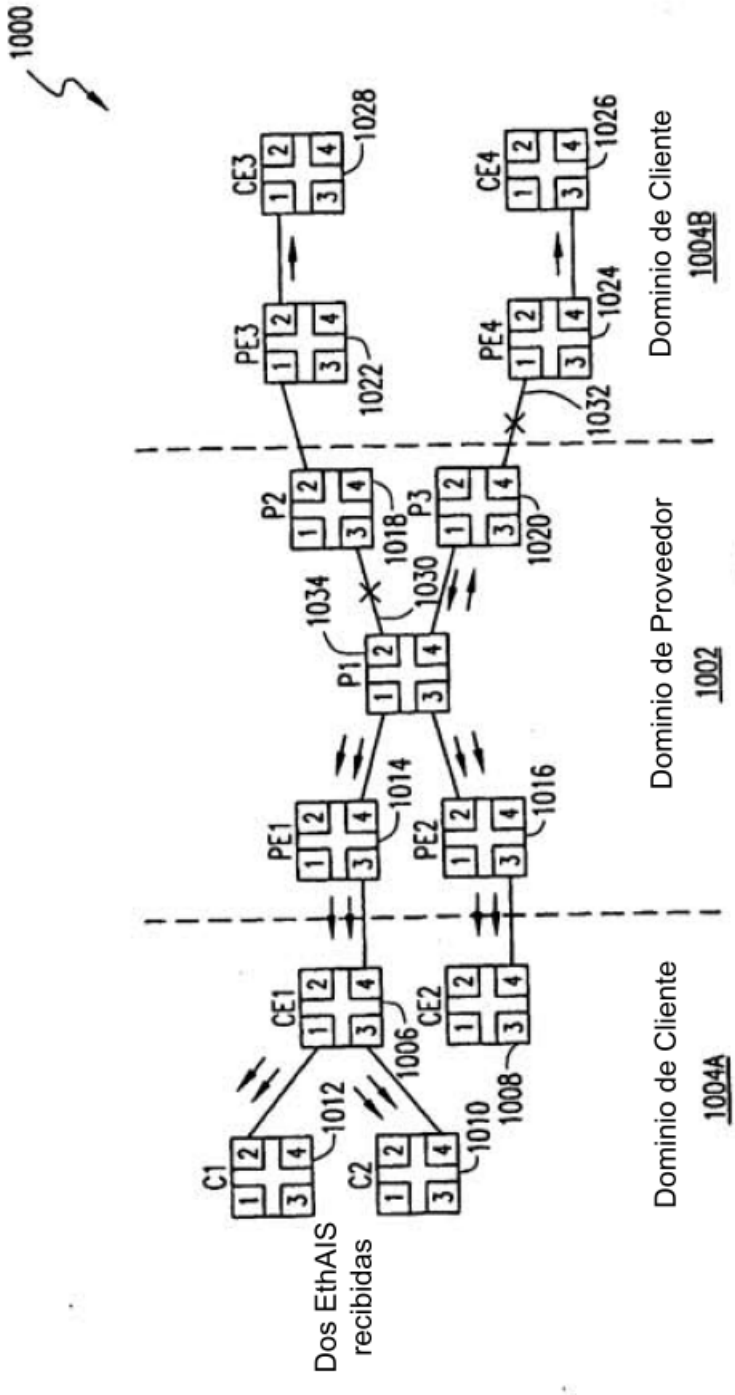

1000
CE3
1028
CE4
1026
PE3
1022
PE4
1024
1032
Dominio de Cliente
1004B
P2
1018
P3
1020
1034
1030
P1
Dominio de Proveedor
1002
PE1
1014
PE2
1016
CE1
1006
CE2
1008
1012
1010
C1
C2
Dos EthAIS recibidas
Dominio de Cliente
1004A

FIG. 10A

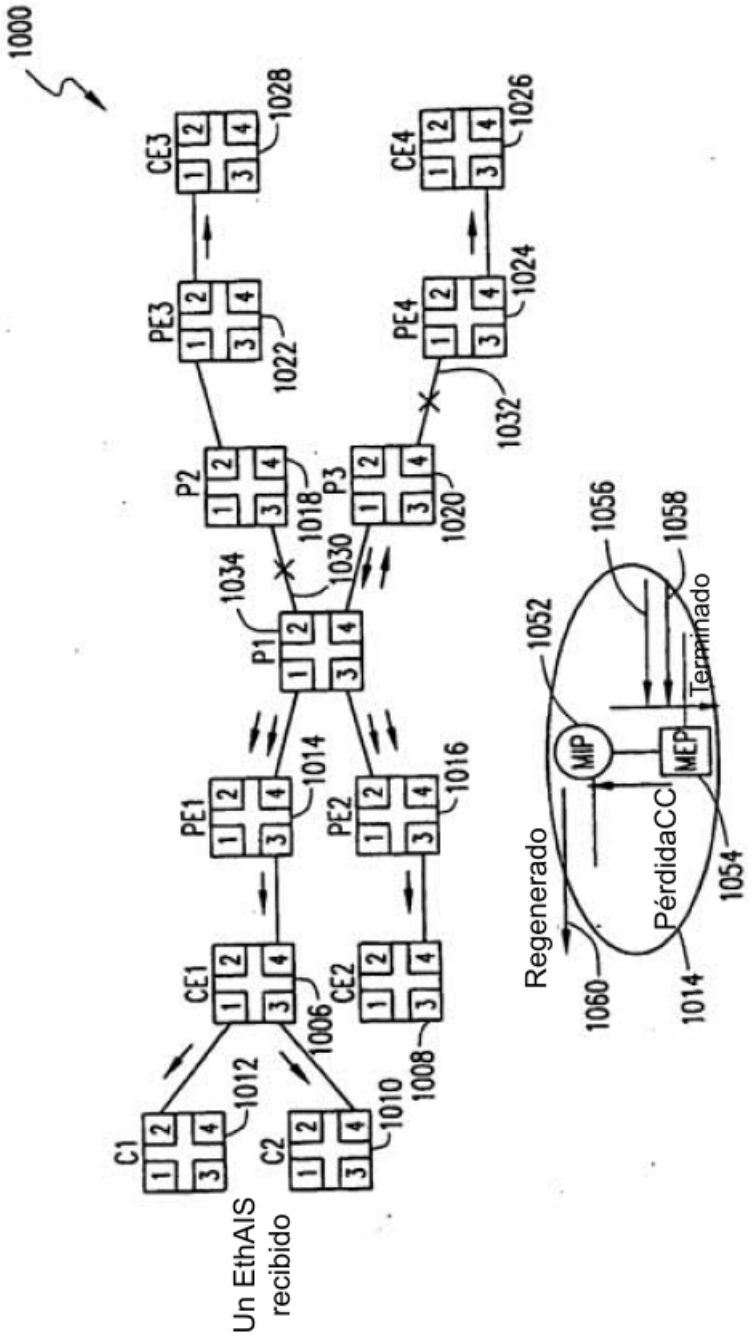

1000
CE3
1028
CE4
1026
PE3
1022
PE4
1024
1032
P2
1018
P3
1020
1034
1030
P1
PE1
1014
PE2
1016
CE1
1006
CE2
1008
1012
1010
C1
C2
Un EthAIS recibido
1056
1058
1052
MIP
MEP
Terminado
Regenerado
PérdidaCC
1060
1014
1054

FIG. 10B

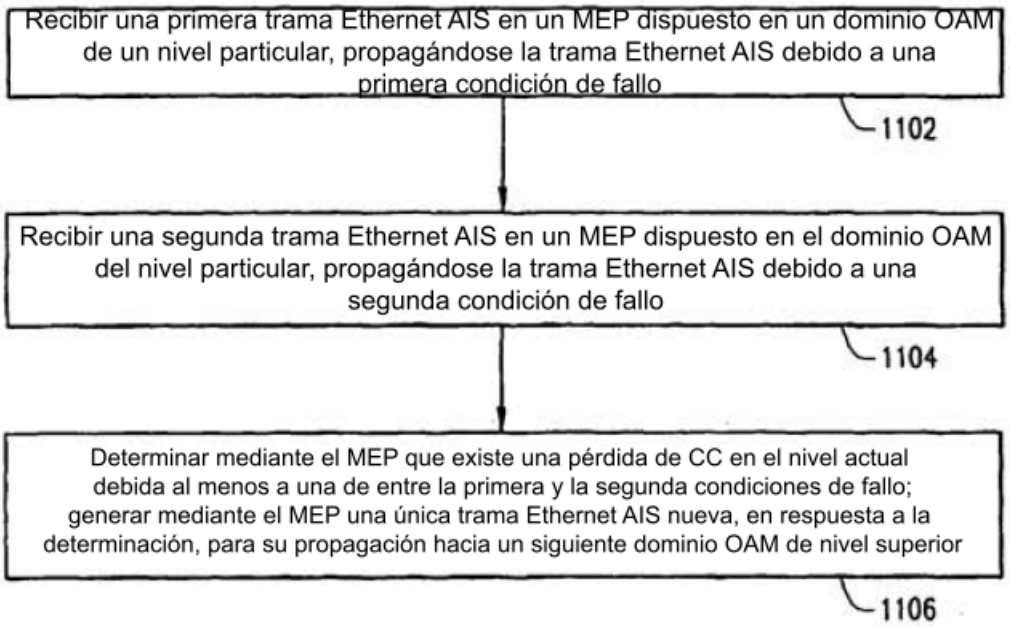

Recibir una primera trama Ethernet AIS en un MEP dispuesto en un dominio OAM de un nivel particular, propagándose la trama Ethernet AIS debido a una primera condición de fallo
1102
Recibir una segunda trama Ethernet AIS en un MEP dispuesto en el dominio OAM del nivel particular, propagándose la trama Ethernet AIS debido a una segunda condición de fallo
1104
Determinar mediante el MEP que existe una pérdida de CC en el nivel actual debida al menos a una de entre la primera y la segunda condiciones de fallo; generar mediante el MEP una única trama Ethernet AIS nueva, en respuesta a la determinación, para su propagación hacia un siguiente dominio OAM de nivel superior
1106

FIG. 11

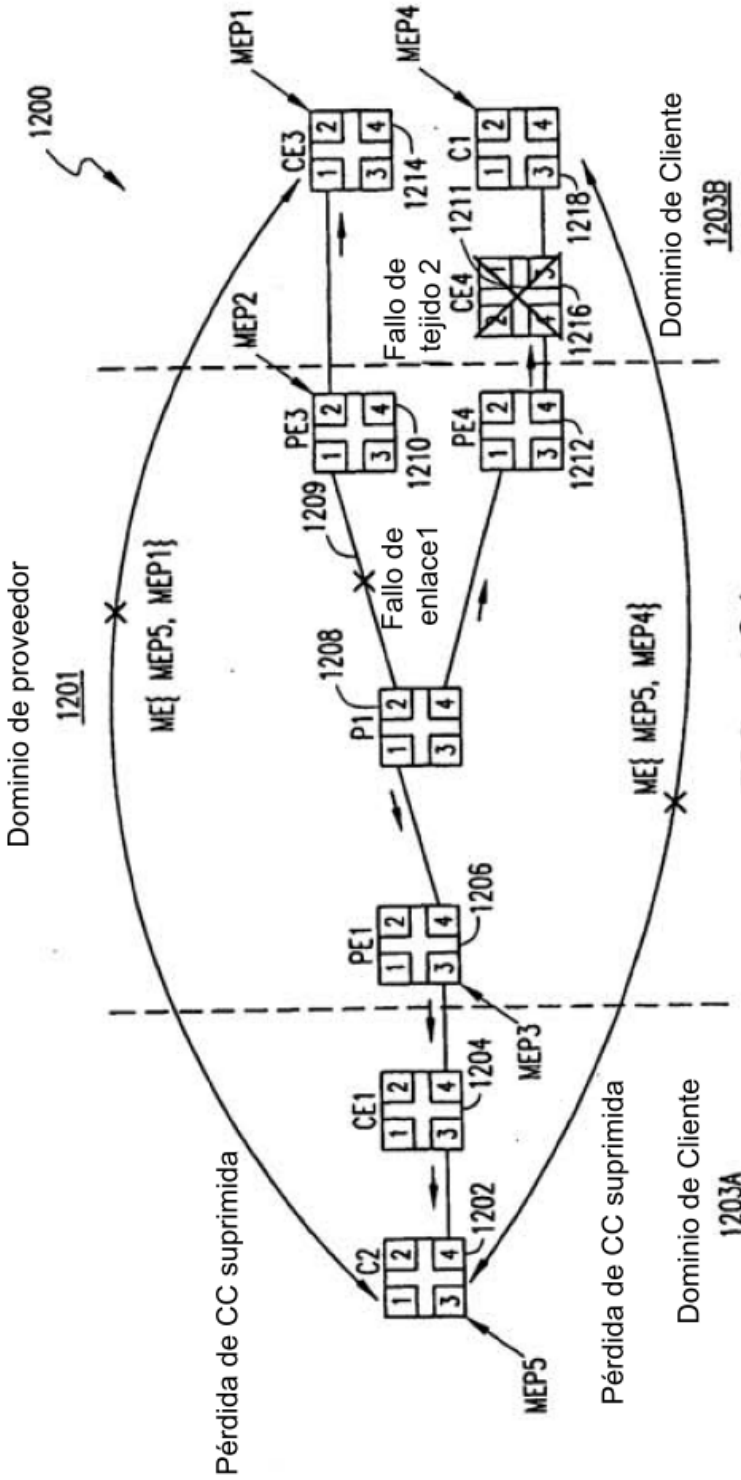

1200
MEP1
MEP4
CE3
C1
1214
1211
1218
Dominio de Cliente
1203B
Fallo de tejido 2
CE4
1216
MEP2
PE3
PE4
1210
1212
1209
Fallo de enlace1
1208
P1
Dominio de proveedor
1201
ME{ MEP5, MEP1}
ME{ MEP5, MEP4}
PE1
1206
MEP3
1204
CE1
1202
C2
MEP5
Pérdida de CC suprimida
Pérdida de CC suprimida
Dominio de Cliente
1203A

FIG. 12A

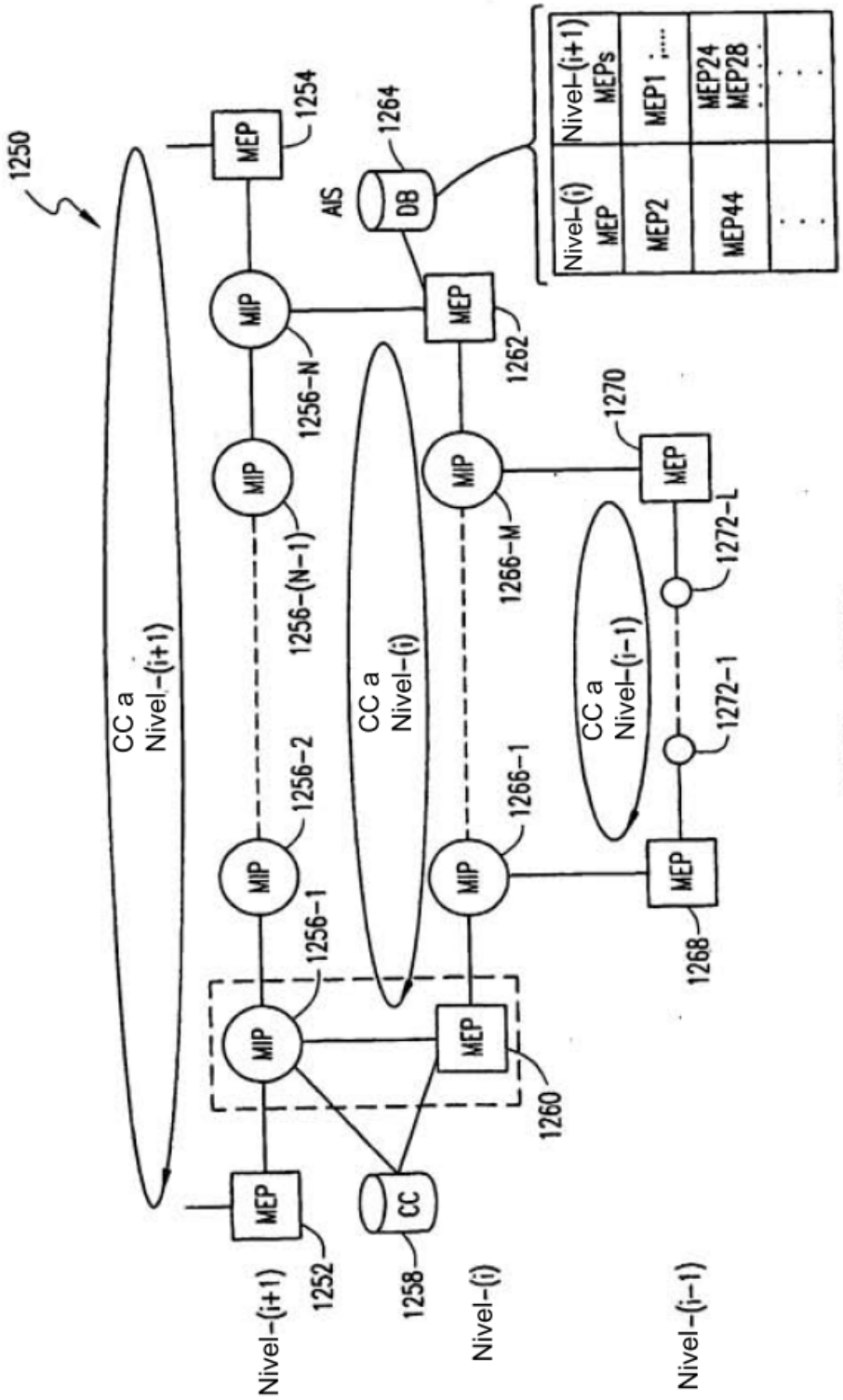

1250
CC a Nivel-(i+1)
MEP
1254
AIS
DB
1264
Nivel-(i) MEP
Nivel-(i+1) MEPs
MEP2
MEP1 ;....
MEP44
MEP24 MEP2B
MIP
1256-N
1256-(N-1)
1256-2
1256-1
MEP
1262
MIP
1266-M
1266-1
MEP
1260
MIP
1270
MEP
1272-L
1272-1
MEP
1268
MIP
MEP
1252
CC
1258
Nivel-(i+1)
Nivel-(i)
Nivel-(i-1)
CC a Nivel-(i)
CC a Nivel-(i-1)

FIG. 12B

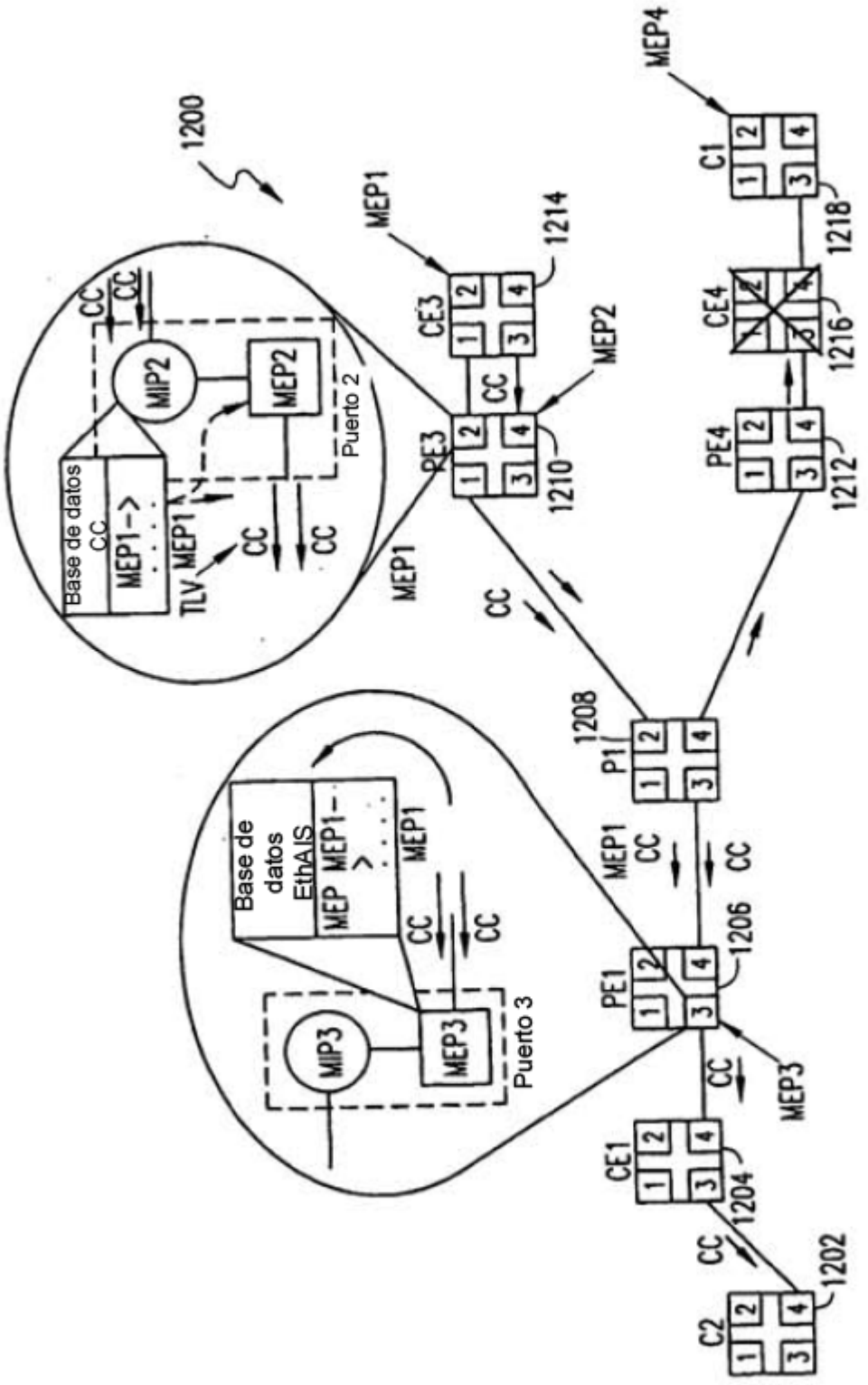

1200
MEP4
C1
1218
CE4
1216
MEP1
CE3
1214
MEP2
PE3
1210
PE4
1212
CC
MEP1
1208
P1
MEP1
CC
CC
1206
PE1
MEP3
CE1
1204
CC
1202
C2
MIP2
MEP2
Puerto 2
Base de datos CC
MEP1->
TLV MEP1
MIP3
MEP3
Puerto 3
Base de datos EthAIS
MEP MEP1->
MEP1

FIG. 12C

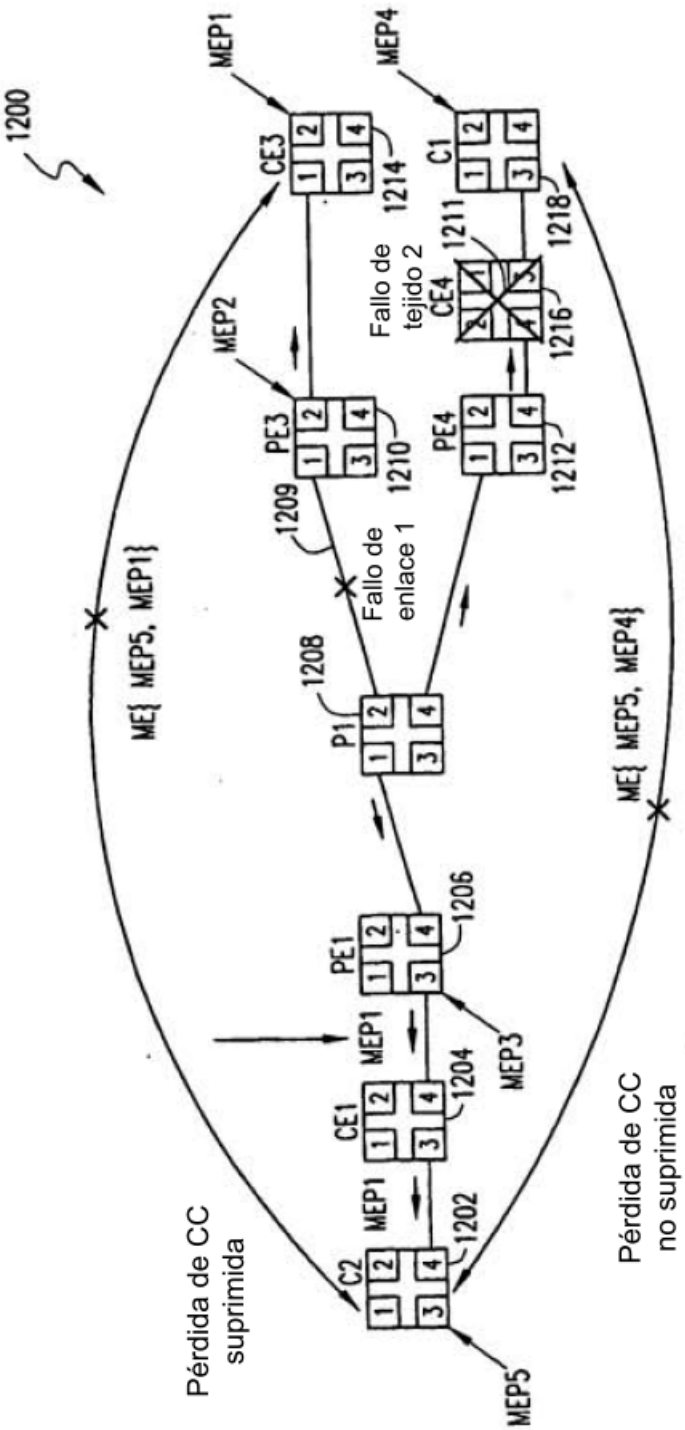

1200
MEP1
MEP4
CE3
C1
1214
1211
1218
Fallo de tejido 2
CE4
1216
MEP2
PE3
PE4
1210
1212
1209
Fallo de enlace 1
ME{ MEP5, MEP1}
ME{ MEP5, MEP4}
1208
P1
1206
PE1
MEP1
MEP3
1204
CE1
MEP1
1202
C2
MEP5
Pérdida de CC suprimida
Pérdida de CC no suprimida

FIG. 12D

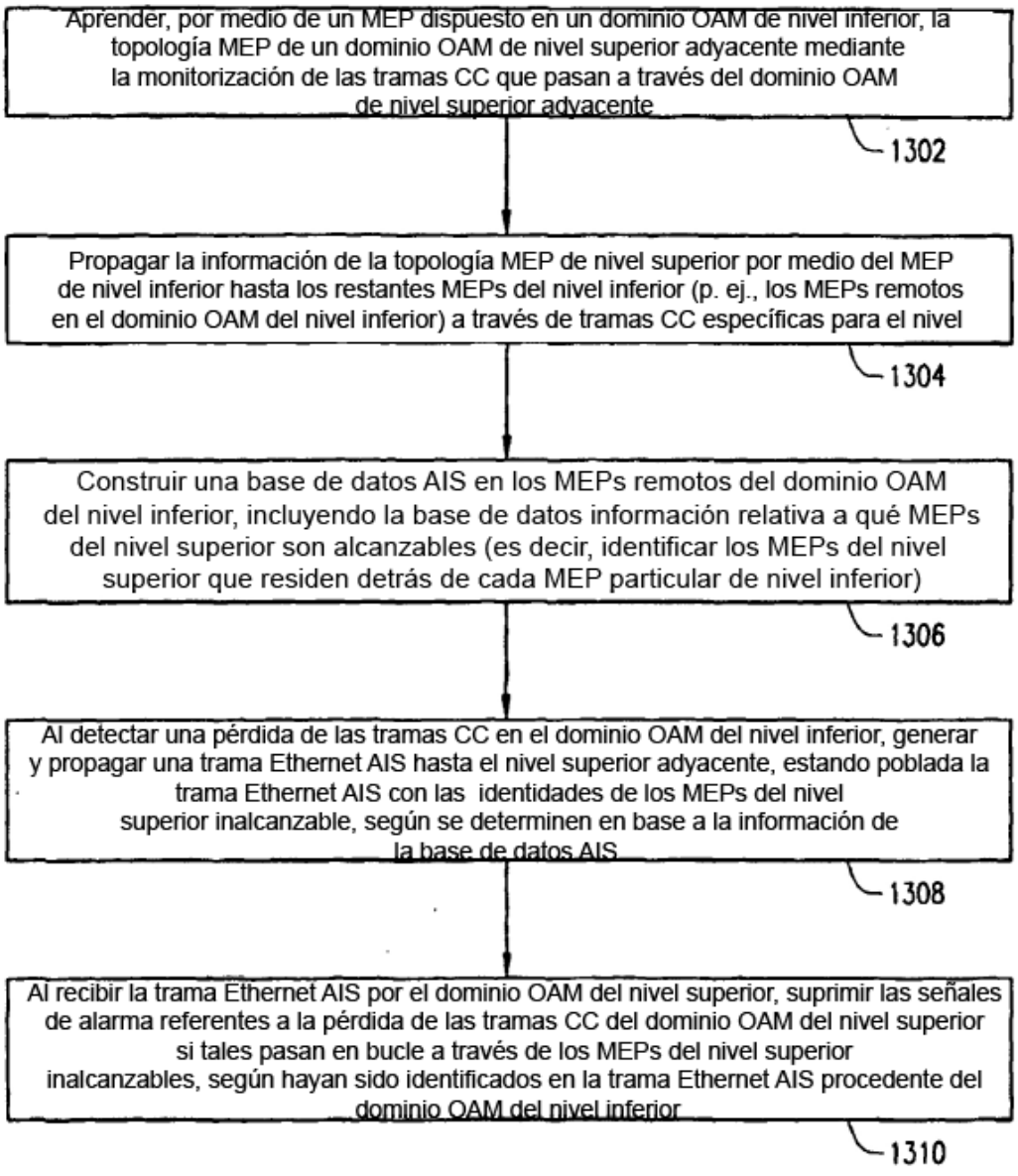

Aprender, por medio de un MEP dispuesto en un dominio OAM de nivel inferior, la topología MEP de un dominio OAM de nivel superior adyacente mediante la monitorización de las tramas CC que pasan a través del dominio OAM de nivel superior adyacente
1302
Propagar la información de la topología MEP de nivel superior por medio del MEP de nivel inferior hasta los restantes MEPs del nivel inferior (p. ej., los MEPs remotos en el dominio OAM del nivel inferior) a través de tramas CC específicas para el nivel
1304
Construir una base de datos AIS en los MEPs remotos del dominio OAM del nivel inferior, incluyendo la base de datos información relativa a qué MEPs del nivel superior son alcanzables (es decir, identificar los MEPs del nivel superior que residen detrás de cada MEP particular de nivel inferior)
1306
Al detectar una pérdida de las tramas CC en el dominio OAM del nivel inferior, generar y propagar una trama Ethernet AIS hasta el nivel superior adyacente, estando poblada la trama Ethernet AIS con las identidades de los MEPs del nivel superior inalcanzable, según se determinen en base a la información de la base de datos AIS
1308
Al recibir la trama Ethernet AIS por el dominio OAM del nivel superior, suprimir las señales de alarma referentes a la pérdida de las tramas CC del dominio OAM del nivel superior si tales pasan en bucle a través de los MEPs del nivel superior inalcanzables, según hayan sido identificados en la trama Ethernet AIS procedente del dominio OAM del nivel inferior
1310

FIG. 13