

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 799 473**

51 Int. Cl.:

**H04L 29/06** (2006.01)

**H01R 13/66** (2006.01)

**H01R 24/64** (2011.01)

**H04L 12/24** (2006.01)

**H04L 29/08** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.02.2010** **PCT/US2010/024184**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.08.2010** **WO10093988**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.02.2010** **E 10741843 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2020** **EP 2396933**

54 Título: **Dispositivos de interconexión de redes para uso con información de capa física**

30 Prioridad:

**13.02.2009 US 152624 P**

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

**17.12.2020**

73 Titular/es:

**COMMScope TECHNOLOGIES LLC (100.0%)**  
**1100 CommScope Place SE**  
**Hickory, NC 28602, US**

72 Inventor/es:

**RAZA, MOHAMMAD;**  
**PATEL, KAMLESH;**  
**ANDERSON, JOHN;**  
**COFFEY, JOSEPH;**  
**DAY, MICHAEL;**  
**COBURN, HUTCH y**  
**STONE, DAVID**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 799 473 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

Dispositivos de interconexión de redes para uso con información de capa física

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

### Antecedentes

- 5 Las redes de comunicación incluyen típicamente numerosos enlaces lógicos de comunicación entre diversos elementos de equipo. A menudo, se implementa un único enlace lógico de comunicación utilizando varios elementos de medios físicos de comunicación. Por ejemplo, un enlace lógico de comunicación entre un ordenador y un dispositivo de interconexión de redes, como un concentrador o enrutador, se puede implementar de la siguiente manera. Un primer cable conecta el ordenador a un conector hembra montado en una pared. Un segundo cable conecta el conector hembra montado en la pared a un puerto de un panel de conexiones, y un tercer cable conecta el dispositivo de interconexión de redes a otro puerto de un panel de conexiones. Una cruz de "cables de conexión" conecta los dos entre sí. En otras palabras, un solo enlace lógico de comunicación a menudo se implementa utilizando varios segmentos de medios físicos de comunicación.
- 10
- 15 Un sistema de gestión de red o de empresa (denominado aquí en general "sistema de gestión de red" o "NMS" (por sus siglas en inglés)) tiene típicamente conocimiento de los enlaces lógicos de comunicación que existen en una red, pero típicamente no tiene información sobre los medios de capa física específicos utilizados para implementar los enlaces lógicos de comunicación. De hecho, los sistemas NMS típicamente no tienen la capacidad de visualizar o proporcionar de otro modo información sobre cómo se implementan los enlaces lógicos de comunicación en el nivel de la capa física.
- 20 Existen sistemas de gestión de capa física (PLM (por sus siglas en inglés)). Sin embargo, los sistemas PLM existentes están diseñados típicamente para facilitar la adición, el cambio y la eliminación de conexiones cruzadas en un panel de conexiones en particular o un conjunto de paneles de conexiones en una determinada ubicación.
- 25 En general, tales sistemas PLM incluyen funcionalidades para rastrear qué está conectado a cada puerto de un panel de conexiones, rastrear conexiones que se realizan usando un panel de conexiones y proporcionar indicaciones visuales a un usuario en un panel de conexiones. Sin embargo, tales sistemas PLM están típicamente "centrados en el panel de conexiones", ya que se centran en ayudar a un técnico a añadir, cambiar o eliminar correctamente las conexiones cruzadas en un panel de conexiones. Cualquier "inteligencia" incluida en el panel de conexiones o acoplada al mismo está diseñada típicamente sólo para facilitar la realización de conexiones cruzadas precisas en el panel de conexiones y los problemas relacionados con la localización y corrección de errores (por ejemplo, detectando si un cable de conexión está insertado en un determinado puerto y/o determinando qué puertos están acoplados entre sí utilizando un cable de conexión).
- 30
- 35 Además, cualquier información que recopilen tales sistemas PLM se usa típicamente sólo dentro de los sistemas PLM. En otras palabras, las recopilaciones de información que mantienen tales sistemas PLM son "islas" lógicas que otros sistemas no utilizan a nivel de la capa de aplicación. Aunque tales sistemas PLM a veces están conectados a otras redes (por ejemplo, conectados a redes de área local o Internet), tales conexiones de red se utilizan típicamente sólo para permitir que un usuario acceda de forma remota a los sistemas PLM. Es decir, un usuario accede de forma remota a la funcionalidad de la capa de aplicación relacionada con la PLM que reside en el propio sistema PLM utilizando la conexión de red externa, pero los sistemas o redes externos típicamente no incluyen ninguna funcionalidad de capa de aplicación que haga uso de información relacionada con la capa física que reside en el sistema PLM.
- 40 En la solicitud de patente de Estados Unidos 2004/073597 se describe un sistema para gestionar y documentar una red de comunicaciones de área local que implementa equipos de suministro de energía y dispositivos alimentados mediante el uso de módulos electrónicos activos que tienen un controlador Ethernet y capacidades de reenvío de alimentación a través de Ethernet, como componentes gestionados, integrales dentro de la planta de cable, para mejorar los aspectos de gestión, documentación, seguridad y emergencia de la red, así como para extender el alcance físico de la red.
- 45

### Compendio

La presente invención se realiza como se describe en las reivindicaciones anejas.

- 50 Los detalles de diversas realizaciones de la invención reivindicada se exponen en los dibujos adjuntos y la descripción posterior. Otras características y ventajas se harán evidentes a partir de la descripción, los dibujos y las reivindicaciones.

### Dibujos

La figura 1 es un diagrama de bloques de una realización ejemplar de un sistema que incluye una funcionalidad de información de capa física (PU), así como una funcionalidad de gestión de capa física (PLM).

La figura 2 es un diagrama de bloques de una realización de alto nivel de un puerto y una interfaz de lectura de medios,

que son adecuados para usar en el sistema de la figura 1.

La figura 3 ilustra una realización ejemplar de un sistema que incluye una funcionalidad de información (PU) de capa física, así como una funcionalidad de gestión (PLI) de capa física.

5 La figura 4 es un diagrama de bloques de una realización ejemplar de cada módulo de procesador esclavo mostrado en la figura 3.

La figura 5 es un diagrama de bloques de una realización de la unidad de procesador maestro de la figura 3.

La figura 6 es un diagrama que ilustra una realización de un cable de conexión que es adecuado para usar en el sistema de la figura 3.

10 La figura 7 es un diagrama que ilustra otra realización ejemplar de un cable de conexión que es adecuado para usar en el sistema de la figura 3.

La figura 8 es un diagrama de bloques de una realización de un punto de agregación.

La figura 9 es un diagrama de bloques de una realización de un sistema de gestión de red (NMS) que está especialmente configurado para usar la información de capa física que se recoge y se agrega usando las técnicas aquí descritas.

15 La figura 10 es un diagrama de flujo de una realización ejemplar de un método de seguimiento de conformidad en una red que incluye la funcionalidad de información de capa física.

La figura 11 es un diagrama de bloques de una realización de un dispositivo de interconexión de redes que está especialmente configurado para usar información de capa física que se recoge y se agrega usando las técnicas aquí descritas.

20 La figura 12 ilustra un ejemplo de cómo la información de capa física que se recoge y se agrega usando las técnicas aquí descritas puede usarse para mejorar la eficiencia de los dispositivos de interconexión de redes utilizados en una red.

La figura 13 ilustra otra realización ejemplar de un sistema que incluye una funcionalidad de información de capa física, así como una funcionalidad de gestión de capa física.

25 Las figuras 14-16 ilustran otra realización ejemplar de un sistema que incluye una funcionalidad de información de capa física, así como una funcionalidad de gestión de capa física.

La figura 17 es un diagrama de bloques de una realización de una toma de pared que incluye una funcionalidad para obtener información de capa física.

La figura 18 es una realización de un ordenador que incluye una funcionalidad para obtener información de capa física.

30 La figura 19 es un diagrama de bloques de una realización ejemplar de un conmutador que usa un dispositivo de capa física que incluye una funcionalidad integrada para leer información de medios.

La figura 20 es un diagrama de bloques de una realización ejemplar de un ordenador que usa un dispositivo de capa física que incluye una funcionalidad integrada para leer información de medios.

La figura 21 es un diagrama de una realización de una cubierta que se puede colocar alrededor de una clavija RJ-45 para sujetar un dispositivo de almacenamiento a la clavija RJ-45.

35 La figura 22 ilustra una red que despliega líneas pasivas de fibra óptica.

La figura 23 es un diagrama esquemático que muestra un esquema de encaminamiento de cable de ejemplo para los concentradores de distribución de fibra de la figura 23.

Los números de referencia y las designaciones similares en los diversos dibujos indican elementos similares.

### Descripción detallada

40 La figura 1 es un diagrama de bloques de una realización de un sistema 100 que incluye una funcionalidad de información de capa física (PLI (por sus siglas en inglés)), así como una funcionalidad de gestión de capa física (PLM). El sistema 100 comprende una pluralidad de conjuntos 102 de conector, comprendiendo cada conjunto 102 de conector uno o más puertos 104. En general, los conjuntos 102 de conector se usan para conectar segmentos de medios físicos de comunicación entre sí.

45 Cada segmento de medios físicos de comunicación está conectado a un puerto 104 respectivo. Cada puerto 104 se usa para conectar dos o más segmentos de medios físicos de comunicación entre sí (por ejemplo, para implementar una parte de un enlace lógico de comunicación). Los ejemplos de conjuntos 102 de conector incluyen, por ejemplo,

conjuntos de conector montados en bastidor (como paneles de conexiones, unidades de distribución y convertidores de medios para medios físicos de comunicación de fibra y cobre), conjuntos de conector montados en pared (como cajas, conectores hembra, tomas, y convertidores de medios para medios físicos de comunicación de fibra y cobre) y dispositivos de interconexión de redes (como conmutadores, enrutadores, concentradores, repetidores, pasarelas, y puntos de acceso).

Al menos algunos de los conjuntos 102 de conector están diseñados para su uso con segmentos de medios físicos de comunicación que tienen información de identificador y atributo almacenada en o sobre los mismos. La información de identificador y atributo está almacenada en o sobre el segmento de medios físicos de comunicación de manera que permita que la información almacenada, cuando el segmento está conectado a un puerto 104, sea leída por un procesador programable 106 asociado con el conjunto 102 de conector. Entre los ejemplos de información que se puede almacenar en o sobre un segmento de medios físicos de comunicación se incluyen, sin limitación, un identificador que identifique de forma exclusiva ese segmento concreto de medios físicos de comunicación (similar a una dirección de Control de Acceso al Medio (MAC) ETHERNET, pero asociada con los medios físicos de comunicación y/o un conector conectado a los medios físicos de comunicación), un número de pieza, un tipo de clavija u otro conector, un tipo y una longitud de cable o fibra, un número de serie, una polaridad de cable, una fecha de fabricación, un número de lote de fabricación, información sobre uno o más atributos visuales de los medios físicos de comunicación o un conector conectado a los medios físicos de comunicación (como información sobre el color o la forma de los medios físicos de comunicación o el conector o una imagen de los medios físicos de comunicación o el conector) y otra información utilizada por un sistema de Planificación de Recursos Empresariales (ERP (por sus siglas en inglés)) o un sistema de control de inventario. En otras realizaciones, se almacenan en o sobre los segmentos de medios datos alternativos o adicionales. Por ejemplo, en o sobre el segmento de medios físicos de comunicación se puede almacenar información de pruebas o rendimiento o calidad de los medios. La información de pruebas o rendimiento o calidad de los medios, por ejemplo, puede ser el resultado de las pruebas que se realizan cuando se fabrica un segmento de medios en particular.

Además, como se indica a continuación, en algunas realizaciones, la información almacenada en o sobre el segmento de medios físicos de comunicación puede actualizarse. Por ejemplo, la información almacenada en o sobre el segmento de medios físicos de comunicación se puede actualizar para incluir los resultados de las pruebas que se realizan cuando se instala o se comprueba de otra manera un segmento de medios físicos. En otro ejemplo, tal información de prueba se suministra a un punto 120 de agregación y se almacena en un almacén de datos mantenido por el punto 120 de agregación (ambos descritos posteriormente). En otro ejemplo, la información almacenada en o sobre el segmento de medios físicos de comunicación incluye un recuento de la cantidad de veces que un conector (no mostrado) conectado a un segmento de medios físicos de comunicación se ha insertado en un puerto 104. En tal ejemplo, el recuento almacenado en o sobre el segmento de medios físicos de comunicación se actualiza cada vez que se inserta el conector en un puerto 104. Este valor de recuento de inserción se puede utilizar, por ejemplo, para fines de garantía (por ejemplo, para determinar si el conector ha sido insertado más de la cantidad de veces especificada en la garantía) o por razones de seguridad (por ejemplo, para detectar inserciones no autorizadas de los medios físicos de comunicación).

En la realización concreta mostrada en la figura 1, cada uno de los puertos 104 de los conjuntos 102 de conector comprende una interfaz 108 de lectura de medios respectiva a través de la cual el procesador programable 106 respectivo puede determinar si un segmento de medios físicos de comunicación está conectado a ese puerto 104 y, si la hay, leer la información de identificador y atributo almacenada en o sobre el segmento conectado (si tal información está almacenada en el mismo o sobre el mismo). El procesador programable 106 asociado con cada conjunto 102 de conector está acoplado de manera comunicativa a cada una de las interfaces 108 de lectura de medios usando un bus adecuado u otra interconexión (no mostrado).

En la realización concreta mostrada en la figura 1, se muestran cuatro tipos ejemplares de configuraciones de conjuntos de conector. En la primera configuración 110 de conjuntos de conector mostrada en la figura 1, cada conjunto 102 de conector incluye su propio procesador programable 106 respectivo y su propia interfaz 116 de red respectiva que se usa para acoplar de manera comunicativa ese conjunto 102 de conector a una red 118 de Protocolo de Internet (IP (por sus siglas en inglés)).

En el segundo tipo de configuración 112 de conjuntos de conector, un grupo de conjuntos 102 de conector están físicamente ubicados cerca unos de otros (por ejemplo, en un compartimento o armario de equipo). Cada uno de los conjuntos 102 de conector del grupo incluye su propio procesador programable 106 respectivo. Sin embargo, en la segunda configuración 112 de conjuntos de conector, algunos de los conjuntos 102 de conector (denominados aquí "conjuntos de conector con interfaz") incluyen sus propias interfaces 116 de red respectivas, mientras que algunos de los conjuntos 102 de conector (denominados aquí "conjuntos de conector sin interfaz") no las incluyen. Los conjuntos 102 de conector sin interfaz están acoplados de manera comunicativa a uno o más de los conjuntos 102 de conector con interfaz del grupo a través de conexiones locales. De esta manera, los conjuntos 102 de conector sin interfaz están acoplados de manera comunicativa a la red IP 118 a través de la interfaz 116 de red incluida en uno o más de los conjuntos 102 de conector con interfaz del grupo. En el segundo tipo de configuración 112 de conjuntos de conector, se puede reducir el número total de interfaces 116 de red utilizadas para acoplar los conjuntos 102 de conector a la red IP 118. Además, en la realización concreta mostrada en la figura 1, los conjuntos 102 de conector sin interfaz están conectados al conjunto 102 de conector con interfaz usando una topología de encadenamiento

(aunque se pueden usar otras topologías en otras implementaciones y realizaciones).

En el tercer tipo de configuración 114 de conjuntos de conector, un grupo de conjuntos 102 de conector están físicamente ubicados unos cerca de otros (por ejemplo, dentro de un compartimento o armario de equipo). Algunos de los conjuntos 102 de conector del grupo (también denominados aquí conjuntos 102 de conector “maestros”) incluyen tanto sus propios procesadores programables 106 como interfaces 116 de red, mientras que algunos de los conjuntos 102 de conector (también denominados aquí conjuntos 102 de conector “esclavos”) no incluyen sus propios procesadores programables 106 o interfaces 116 de red. Cada uno de los conjuntos 102 de conector esclavos está acoplado de manera comunicativa a uno o más de los conjuntos 102 de conector maestros del grupo a través de una o más conexiones locales. El procesador programable 106 de cada uno de los conjuntos 102 de conector maestros es capaz de llevar a cabo el procesamiento descrito posteriormente tanto para el conjunto 102 de conector maestro del cual forma parte como para cualquier conjunto 102 de conector esclavo al que esté conectado el conjunto 102 de conector maestro a través de las conexiones locales. Como resultado, se puede reducir el costo asociado con los conjuntos 102 de conector esclavos. En la realización concreta mostrada en la figura 1, los conjuntos 102 de conector esclavos están conectados a un conjunto 102 de conector maestro en una topología en estrella (aunque se pueden usar otras topologías en otras implementaciones y realizaciones).

Cada procesador programable 106 está configurado para ejecutar *software* o *firmware* que haga que el procesador programable 106 lleve a cabo diversas funciones descritas posteriormente. Cada procesador programable 106 también incluye memoria adecuada (no mostrada), que está acoplada al procesador programable 106 para almacenar datos e instrucciones de programa. En general, el procesador programable 106 determina si un segmento de medios físicos de comunicación está conectado a un puerto 104 con el que esté asociado ese procesador 106 y, si la hay, para leer la información de identificador y atributo almacenada en o sobre el segmento de medios físicos de comunicación conectado (si el segmento incluye tal información almacenada en o sobre el mismo) usando la interfaz 108 de lectura de medios asociada.

En la primera, segunda y tercera configuraciones 110, 112 y 114, cada procesador programable 106 también está configurado para comunicar información de capa física a dispositivos que estén acoplados a la red IP 118. La información de capa física (PLI) incluye información sobre los conjuntos 102 de conector asociados con ese procesador programable 106 (también denominada aquí “información de dispositivo”), así como información sobre cualesquiera segmentos de medios físicos conectados a los puertos 104 de esos conjuntos 102 de conector (también denominada aquí “información de medios”). La información de dispositivo incluye, por ejemplo, un identificador para cada conjunto de conector, un identificador de tipo que identifica el tipo del conjunto de conector e información de prioridad de puerto que asocia un nivel de prioridad con cada puerto. La información de medios incluye información de identidad y atributo que el procesador programable 106 ha leído de segmentos de medios físicos conectados que tienen información de identificador y atributo almacenada en o sobre los mismos. La información de medios también puede incluir información sobre medios físicos de comunicación que no tengan información de identificador o atributo almacenada en o sobre los mismos. Este último tipo de información de medios se puede introducir manualmente en el momento en que los segmentos de medios físicos asociados se conecten al conjunto 102 de conector (por ejemplo, usando una aplicación de gestión que se ejecute en el procesador programable 106 que permita a un usuario configurar y monitorizar el conjunto 102 de conector).

En el cuarto tipo de configuración 115 de conjuntos de conector, un grupo de conjuntos 102 de conector están alojados dentro de una armazón u otra caja común. Cada uno de los conjuntos 102 de conector de la configuración 115 incluye sus propios procesadores programables 106. En el contexto de esta configuración 115, los procesadores programables 106 de cada uno de los conjuntos de conector son procesadores “esclavos” 106. Cada uno de los procesadores programables esclavos 106 está también acoplado de manera comunicativa a un procesador programable “maestro” 117 común (por ejemplo, a través de un panel de fondo incluido en la armazón o caja). El procesador programable maestro 117 está acoplado a una interfaz 116 de red que se utiliza para acoplar de manera comunicativa el procesador programable maestro 117 a la red IP 118. En esta configuración 115, cada procesador programable esclavo 106 está configurado para determinar si hay segmentos de medios físicos de comunicación conectados a su puerto 104 y para leer la información de identificador y atributo almacenada en o sobre los segmentos de medios físicos de comunicación conectados (si los segmentos conectados tienen tal información almacenada en o sobre los mismos) utilizando las interfaces 108 de lectura de medios asociadas. Esta información se comunica del procesador programable esclavo 106 de cada uno de los conjuntos 102 de conector de la armazón al procesador maestro 117. El procesador maestro 117 está configurado para manejar el procesamiento asociado con la comunicación de la información de capa física leída por los procesadores esclavos 106 a dispositivos que estén acoplados a la red IP 118.

El sistema 100 incluye una funcionalidad que permite que la información de capa física que los conjuntos 102 de conector recogen sea utilizada por una funcionalidad de capa de aplicación fuera del dominio de aplicación de gestión de capa física tradicional. Es decir, la información de capa física no se retiene en una “isla” PLM utilizada sólo para fines de PLM, sino que se pone a disposición de otras aplicaciones. En la realización concreta mostrada en la figura 1, el sistema 100 incluye un punto 120 de agregación que está acoplado de manera comunicativa a los conjuntos 102 de conector a través de la red IP 118.

El punto 120 de agregación incluye una funcionalidad que obtiene información de capa física de los conjuntos 102 de

conector (y otros dispositivos) y almacena la información de capa física en un almacén de datos.

El punto 120 de agregación se puede usar para recibir información de capa física de diversos tipos de conjuntos 106 de conector que tienen una funcionalidad para leer automáticamente información almacenada en o sobre el segmento de medios físicos de comunicación. Anteriormente se han indicado ejemplos de tales conjuntos 106 de conector. Además, el punto 120 de agregación y la funcionalidad 124 de agregación también se pueden usar para recibir información de capa física de otros tipos de dispositivos que tienen una funcionalidad para leer automáticamente información almacenada en o sobre el segmento de medios físicos de comunicación. Los ejemplos de tales dispositivos incluyen dispositivos de usuario final –como ordenadores, periféricos (como impresoras, copiadoras, dispositivos de almacenamiento y escáneres) y teléfonos IP– que incluyen una funcionalidad para leer automáticamente información almacenada en o sobre el segmento de medios físicos de comunicación.

El punto 120 de agregación también se puede usar para obtener otros tipos de información de capa física. Por ejemplo, en esta realización, el punto 120 de agregación también obtiene información sobre segmentos de medios físicos de comunicación que de otra manera no se comunica automáticamente a un punto 120 de agregación. Un ejemplo de tal información es información sobre segmentos de medios físicos de comunicación no conectorizados que no tengan de otro modo información almacenada en o sobre los mismos que estén conectados a un conjunto de conector (incluida, por ejemplo, información que indique qué puertos de los dispositivos están conectados a qué puertos de otros dispositivos en la red, así como información de medios sobre el segmento). Otro ejemplo de tal información es información sobre segmentos de medios físicos de comunicación que estén conectados a dispositivos que no puedan leer información de medios que esté almacenada en o sobre los segmentos de medios que están conectados a sus puertos y/o que no puedan comunicar tal información al punto 120 de agregación (por ejemplo, porque tales dispositivos no incluyan tal funcionalidad, porque tales dispositivos se usen con segmentos de medios que no tengan información de medios almacenada en o sobre los mismos, y/o porque no haya ancho de banda disponible para comunicar tal información al punto 120 de agregación). En este ejemplo, la información puede incluir, por ejemplo, información sobre los propios dispositivos (como las direcciones IP y direcciones MAC de los dispositivos si se asignan a tales dispositivos), información que indique qué puertos de los dispositivos están conectados a qué puertos de otros dispositivos en la red (por ejemplo, otros conjuntos de conector) e información sobre los medios físicos conectados a los puertos de los dispositivos. Esta información se puede proporcionar al punto 120 de agregación, por ejemplo, introduciendo manualmente tal información en un archivo (como una hoja de cálculo) y luego cargando el archivo en el punto 120 de agregación (por ejemplo, usando un navegador web) en conexión con la instalación inicial de cada uno de los diversos elementos. Tal información también puede, por ejemplo, introducirse directamente utilizando una interfaz de usuario proporcionada por el punto 120 de agregación (por ejemplo, utilizando un navegador web).

El punto 120 de agregación también puede obtener información sobre la distribución del edificio o los edificios en los que se despliega la red, así como información que indique dónde se encuentra cada conjunto 102 de conector, segmento de medios físicos y dispositivo de interconexión de redes dentro del edificio. Esta información puede, por ejemplo, introducirse y verificarse manualmente (por ejemplo, utilizando un navegador web) en conexión con la instalación inicial de cada uno de los diversos elementos. En una implementación, tal información de ubicación incluye una ubicación X, Y y Z para cada puerto u otro punto de terminación para cada segmento de medios físicos de comunicación (por ejemplo, información de ubicación X, Y y Z del tipo especificado en el estándar ANSI/TIA/EIA 606-A (Estándar de Administración para la Infraestructura Comercial de Telecomunicaciones)).

El punto 120 de agregación puede obtener y mantener información de pruebas, calidad de medios, o rendimiento relacionada con los diversos segmentos de medios físicos de comunicación que existen en la red. La información de pruebas, calidad de medios, o rendimiento, por ejemplo, puede ser el resultado de las pruebas que se realizan cuando se fabrica un segmento de medios en particular y/o cuando se realizan pruebas al instalar o comprobar de otro modo un segmento de medios en particular.

El punto 120 de agregación también incluye una funcionalidad que proporciona una interfaz destinada a que entidades o dispositivos externos accedan a la información de capa física mantenida por el punto 120 de agregación. Este acceso puede incluir recuperar información del punto 120 de agregación, así como suministrar información al punto 120 de agregación. En esta realización, el punto 120 de agregación se implementa como “middleware” que puede proporcionar a tales entidades y dispositivos externos un acceso transparente y conveniente a la PLI mantenida por el punto 120 de acceso. Debido a que el punto 120 de agregación agrega PLI de los dispositivos relevantes en la red IP 118 y proporciona a entidades y dispositivos externos acceso a tal PLI, las entidades y dispositivos externos no necesitan interactuar individualmente con todos los dispositivos en la red IP 118 que proporcionen PLI, ni tales dispositivos necesitan tener la capacidad de responder a peticiones de tales entidades y dispositivos externos.

El punto 120 de agregación, en la realización mostrada en la figura 1, implementa una interfaz de programación de aplicaciones (API, por sus siglas en inglés) mediante la cual la funcionalidad de capa de aplicación puede obtener acceso a la información de capa física mantenida por el punto 120 de agregación utilizando un kit de desarrollo de *software* (SDK (por sus siglas en inglés)) que describa y documente la API.

Por ejemplo, como se muestra en la figura 1, un sistema 130 de gestión de red (NMS) incluye una funcionalidad 132 de información de capa física (PLI) que está configurada para recuperar información de capa física del punto 120 de agregación y proporcionarla a las otras partes del NMS 130 para su uso. El NMS 130 utiliza la información de capa

física recuperada para realizar una o más funciones de gestión de red (por ejemplo, como se describe posteriormente). En una implementación de la realización mostrada en la figura 1, la funcionalidad 132 de PLI del NMS 130 recupera información de capa física del punto 120 de agregación utilizando la API implementada por el punto 120 de agregación. El NMS 130 se comunica con el punto 120 de agregación a través de la red IP 118.

5 Como se muestra en la figura 1, una aplicación 134 que se ejecute en un ordenador 136 también puede usar la API implementada por el punto 120 de agregación para acceder a la información PLI mantenida por el punto 120 de agregación (por ejemplo, para recuperar tal información del punto 120 de agregación y/o para suministrar tal información al punto 120 de agregación). El ordenador 136 está acoplado a la red IP 118 y accede al punto 120 de agregación a través de la red IP 118.

10 En la realización mostrada en la figura 1, uno o más dispositivos 138 de interconexión de redes usados para implementar la red IP 118 incluyen una funcionalidad 140 de información de capa física (PLI). La funcionalidad 140 de PLI del dispositivo 138 de interconexión de redes está configurada para recuperar información de capa física del punto 120 de agregación y usar la información de capa física recuperada para realizar una o más funciones de interconexión de redes. Los ejemplos de funciones de interconexión de redes incluyen funciones de interconexión de redes de Capa 1, Capa 2 y Capa 3 (del modelo OSI) como el enrutamiento, la conmutación, la repetición, el puenteo y la limpieza de tráfico de comunicación recibido en el dispositivo de interconexión de redes. En una implementación de tal realización, la funcionalidad 140 de PLI usa la API implementada por el punto 120 de agregación para comunicarse con el punto 120 de agregación.

La funcionalidad 140 de PLI incluida en el dispositivo 138 de interconexión de redes también se puede usar para recoger información de capa física asociada con el dispositivo 138 de interconexión de redes y los medios físicos de comunicación conectados al mismo y comunicar la información de capa física recogida al punto 120 de agregación. Tal información puede proporcionarse al punto 120 de agregación utilizando la API o utilizando los protocolos que se utilizan para comunicarse con los conjuntos 102 de conector.

El punto 120 de agregación puede implementarse en un nodo de red autónomo (por ejemplo, un ordenador autónomo que ejecute un *software* apropiado) o puede integrarse junto con otra funcionalidad de red (por ejemplo, integrarse con un sistema de gestión de elementos o sistema de gestión de red u otro servidor de red o elemento de red). Además, la funcionalidad del punto 120 de agregación puede distribuirse a través de muchos nodos y dispositivos en la red y/o implementarse, por ejemplo, de manera jerárquica (por ejemplo, con muchos niveles de puntos de agregación).

Además, el punto 120 de agregación y los conjuntos 102 de conector están configurados para que el punto 120 de agregación pueda, automáticamente, descubrir y conectarse a dispositivos que proporcionen PLI a un punto 120 de agregación (como los conjuntos 102 de conector y el dispositivo 138 de interconexión de redes) que estén en la red 118. De esta forma, cuando los dispositivos que pueden proporcionar PLI a un punto 120 de agregación (como un conjunto 102 de conector o un dispositivo 138 de interconexión de redes) se acoplan a la red IP 118, un punto 120 de agregación es capaz de descubrir automáticamente el conjunto 102 de conector y comenzar a agregar información de capa física para ese conjunto 102 de conector sin requerir que la persona que instala el conjunto 102 de conector tenga conocimiento de los puntos 120 de agregación que están en la red IP. De manera similar, cuando se acopla un punto 120 de agregación a la red IP 118, el punto 120 de agregación puede, automáticamente, descubrir e interactuar con dispositivos que son capaces de proporcionar PLI a un punto de agregación sin requerir que la persona que instala el punto 120 de agregación tenga conocimiento de los dispositivos que están en la red IP 118. Por lo tanto, los recursos de información de capa física descritos aquí pueden integrarse fácilmente en la red IP 118.

La red IP 118 puede incluir una o más redes de área local y/o redes de área amplia (incluyendo, por ejemplo, Internet). Como resultado, el punto 120 de agregación, el NMS 130 y el ordenador 136 no necesitan estar ubicados en el mismo sitio unos con respecto a otros o en el mismo sitio que los conjuntos 102 de conector o los dispositivos 138 de interconexión de redes.

Se pueden usar diversas técnicas de conexión en red IP convencionales para desplegar el sistema 100 de la figura 1. Por ejemplo, se pueden usar protocolos de seguridad convencionales para asegurar las comunicaciones si se comunican a través de un canal de comunicación público o de otro modo no seguro (como Internet o a través de un enlace de comunicación inalámbrica).

En una implementación de la realización mostrada en la figura 1, cada conjunto 102 de conector, cada puerto 104 de cada conjunto 102 de conector, y cada segmento de medios es direccionable individualmente. Cuando se usan direcciones IP para direccionar individualmente cada conjunto 102 de conector, se puede usar una red privada virtual (VPN (por sus siglas en inglés)) dedicada para su uso con los diversos conjuntos 102 de conector para segregar las direcciones IP utilizadas para los conjuntos 102 de conector del espacio de direcciones IP principal que se usa en la red IP 118.

Además, se puede suministrar energía a los conjuntos 102 de conector utilizando técnicas convencionales de "Alimentación a través de Ethernet" especificadas en el estándar IEEE 802.3af, que se incorpora por referencia al presente documento. En tal implementación, un concentrador 142 de alimentación u otro dispositivo de suministro de

energía (ubicado cerca de o incorporado en un dispositivo de interconexión de redes acoplado a cada conjunto 102 de conector) inyecta energía de CC en uno o más de los cables (también denominados aquí “cables de alimentación”) incluidos en el cable de par trenzado de cobre utilizado para conectar cada conjunto 102 de conector al dispositivo de interconexión de redes asociado. La interfaz 116 del conjunto 102 de conector extrae la energía de CC inyectada de los cables de alimentación y utiliza la energía extraída para alimentar los componentes activos de ese conjunto 102 de conector. En las segunda y tercera configuraciones 112 y 114 de conjuntos de conector, algunos de los conjuntos 102 de conector no están conectados directamente a la red IP 118 y, por lo tanto, no pueden recibir energía directamente de los cables de alimentación. Estos conjuntos 102 de conector reciben energía de los conjuntos 102 de conector que están conectados directamente a la red IP 118 a través de las conexiones locales que comunican tales conjuntos 102 de conector entre sí. En la cuarta configuración 115, la interfaz 116 extrae la energía de CC inyectada de los cables de alimentación y suministra energía al procesador maestro 117 y a cada uno de los procesadores esclavos 106 a través del panel de fondo.

En la realización concreta mostrada en la figura 1, el sistema 100 también soporta operaciones convencionales de gestión de capa física (PLM), como el seguimiento de movimientos, adiciones y cambios de los segmentos de medios físicos que están conectados a los puertos 104 de los conjuntos 102 de conector y la prestación de asistencia para llevar a cabo movimientos, adiciones y cambios. La PLI proporcionada por el punto 120 de agregación puede usarse para mejorar procesos convencionales de “MAC guiado”. Por ejemplo, se puede comunicar a un técnico información sobre la ubicación del puerto 104 y la apariencia visual (por ejemplo, el color o la forma) del segmento de medios físicos relevante (o del conector conectado al mismo) para ayudar al técnico a llevar a cabo un movimiento, una adición o un cambio. Esta información se puede comunicar a un ordenador o teléfono inteligente utilizado por el técnico. Además, la funcionalidad de PLI que reside en el sistema 100 también se puede usar para verificar que un MAC en particular se ha llevado a cabo correctamente comprobando que el segmento de medios físicos esperado se encuentre en el puerto 104 esperado. Si ese no es el caso, puede enviarse al técnico una alerta para que el técnico pueda corregir el problema.

La funcionalidad de PLM incluida en el sistema 100 también puede soportar técnicas convencionales para guiar al técnico en la realización de un MAC (por ejemplo, iluminando uno o más diodos emisores de luz (LED (por sus siglas en inglés)) para dirigir a un técnico a un conjunto 102 de conector en particular y/o a un puerto 104 en particular o mostrando mensajes en una pantalla de cristal líquido (LCD (por sus siglas en inglés)) incluida en o cerca de los conjuntos 102 de conector.

Otras funciones de PLM incluyen mantener registros históricos sobre los medios conectados al conjunto de conector. En la realización mostrada en la figura 1, el punto 120 de agregación incluye una funcionalidad 144 de PLM que implementa tales funciones de PLM. La funcionalidad 144 de PLM hace esto usando la información de capa física mantenida en el punto 120 de agregación.

La red IP 118 se implementa típicamente usando uno o más dispositivos de interconexión de redes. Como se señaló anteriormente, un dispositivo de interconexión de redes es un tipo de conjunto de conector (y en la figura 1 se hace referencia por separado a una implementación concreta de un dispositivo 138 de interconexión de redes solamente para facilitar la explicación). En general, un dispositivo de interconexión de redes se puede configurar para leer información de medios almacenada en o sobre los segmentos de medios físicos que están conectados a sus puertos y para comunicar la información de medios que lee de los segmentos de medios conectados (así como información sobre el dispositivo de interconexión de redes en sí) a un punto 120 de agregación como cualquier otro conjunto de conector descrito aquí.

Además de los conjuntos 102 de conector, las técnicas descritas aquí para leer información de medios almacenada en o sobre un segmento de medios físicos de comunicación se pueden usar en uno o más nodos finales de la red. Por ejemplo, los ordenadores (como ordenadores portátiles, servidores, ordenadores de sobremesa o dispositivos informáticos especializados, como teléfonos IP, dispositivos multimedia IP y dispositivos de almacenamiento) se pueden configurar para leer información de medios almacenada en o sobre los segmentos de medios físicos de comunicación que estén conectados a sus puertos y para comunicar la información de medios leída de los segmentos de medios conectados (así como información sobre los dispositivos en sí) a un punto 120 de agregación como se describe aquí.

La figura 2 es un diagrama de bloques de una realización de alto nivel de un puerto 104 y una interfaz 106 de lectura de medios, que son adecuados para usar en el sistema 100 de la figura 1.

Cada puerto 104 comprende un primer punto 206 de conexión y un segundo punto 208 de conexión. El primer punto 206 de conexión se usa para conectar un primer segmento de medios físicos 210 de comunicación al puerto 104, y el segundo punto 208 de conexión se usa para conectar un segundo segmento de medios físicos 212 de comunicación al puerto 104.

En la realización concreta mostrada en la figura 2, el primer punto 206 de conexión se encuentra cerca de la parte trasera del conjunto del conector. Como consecuencia, el primer punto 206 de conexión y el primer segmento de medios físicos 210 conectado al mismo también se denominan aquí “punto trasero de conexión” 206 y “segmento trasero de medios” 210, respectivamente. Además, en esta realización, el punto trasero 206 de conexión está

configurado para conectar el segmento trasero 210 de medios al puerto 104 de una manera semipermanente. Tal como se usa en la presente memoria, una conexión semipermanente es una diseñada para cambiarse con relativamente poca frecuencia, si es que se cambia alguna vez. Esto también se conoce a veces como una conexión "de una única vez". Los ejemplos de conectores traseros 206 adecuados incluyen bloques de perforaciones (en el caso de medios físicos de cobre) y adaptadores de fibra, puntos de empalme de fibra y puntos de terminación de fibra (en el caso de medios físicos ópticos).

En la realización mostrada en la figura 2, el segundo punto 208 de conexión se encuentra cerca de la parte delantera del conjunto 102 de conector. Como consecuencia, el segundo punto 208 de conexión y el segundo segmento 212 de medios físicos también se denominan aquí "punto delantero de conexión" 208 y "segmento delantero de medios" 212, respectivamente. En la realización mostrada en la figura 2, el punto delantero 208 de conexión para cada puerto 104 está diseñado para su uso con segmentos delanteros 212 de medios "conectorizados" que tienen información de identificador y atributo almacenada en o sobre los mismos. Tal como se usa en la presente memoria, un segmento de medios "conectorizado" es un segmento de medios físicos de comunicación que incluye un conector 214 en al menos un extremo del segmento. El punto delantero 208 de conexión se implementa usando un conector o adaptador adecuado que se acople con el conector 214 correspondiente en el extremo del segmento delantero 212 de medios. El conector 214 se usa para favorecer la conexión y desconexión fáciles y repetidas del segmento delantero 212 de medios con respecto al puerto 104. Los ejemplos de segmentos de medios conectorizados incluyen cables de par trenzado CAT-5, 6 y 7 que tengan conectores modulares o clavijas conectados a ambos extremos (en cuyo caso, los conectores delanteros se implementan utilizando conectores hembra modulares compatibles) o cables ópticos que tengan conectores SC, LC, FC, LX.5, MTP o MPO (en cuyo caso, los conectores delanteros se implementan utilizando adaptadores o conectores SC, LC, FC, LX.5, MTP o MPO compatibles). Las técnicas aquí descritas se pueden usar con otros tipos de conectores que incluyen, por ejemplo, conectores BNC, conectores F, conectores hembra y clavijas DSX, conectores hembra y clavijas bantam y conectores y adaptadores de fibras múltiples MPO y MTP.

Cada puerto 104 acopla de manera comunicativa el respectivo punto trasero 206 de conexión al respectivo punto delantero 208 de conexión. Como resultado, un segmento trasero 210 de medios conectado al respectivo punto trasero 206 de conexión está acoplado de manera comunicativa a cualquier segmento delantero 212 de medios conectado al respectivo punto delantero 208 de conexión. En una implementación, cada puerto 104 está diseñado para usarse con un segmento trasero 210 de medios y un segmento delantero 212 de medios que comprenden el mismo tipo de medios físicos de comunicación, en cuyo caso cada puerto 104 acopla de manera comunicativa cualquier segmento trasero 210 de medios conectado al respectivo punto trasero 206 de conexión a cualquier segmento delantero 212 de medios conectado al respectivo punto delantero 208 de conexión en el nivel de capa física sin ninguna conversión de medios. En otras implementaciones, cada puerto 104 acopla de manera comunicativa cualquier segmento trasero 210 de medios conectado al respectivo punto trasero 206 de conexión a cualquier segmento delantero 212 de medios conectado al respectivo punto delantero 208 de conexión de otras maneras (por ejemplo, usando un convertidor de medios si el segmento trasero 210 de medios y el segmento delantero 212 de medios comprenden diferentes tipos de medios físicos de comunicación).

Como se muestra en la figura 2, el puerto 104 está configurado para usarse con segmentos delanteros 212 de medios que incluyen un dispositivo 216 de almacenamiento en el que se almacena la información de medios para ese segmento 212 de medios. El dispositivo 216 de almacenamiento incluye una interfaz de dispositivo de almacenamiento que, cuando el conector 214 correspondiente se inserta en (o se conecta de otro modo a) un punto delantero 208 de conexión del puerto 104, acopla de manera comunicativa el dispositivo 216 de almacenamiento a una interfaz 108 de lectura de medios correspondiente para que el procesador programable 106 asociado pueda leer la información almacenada en el dispositivo 216 de almacenamiento. En una implementación de la realización mostrada en la figura 2, cada conector 214 en sí alberga el dispositivo 216 de almacenamiento. En otra implementación de tal realización, el dispositivo 216 de almacenamiento está alojado dentro de una carcasa que está separada del conector 214. En tal implementación, la carcasa está configurada de modo que pueda encajarse a presión en el segmento 212 de medios o el conector 214, con la interfaz de dispositivo de almacenamiento colocada en relación con el conector 214 de modo que la interfaz de dispositivo de almacenamiento se acople adecuadamente con la interfaz 108 de lectura de medios cuando el conector 214 se inserte en (o se conecte de otro modo a) el punto delantero 208 de conexión.

En algunas implementaciones, al menos parte de la información almacenada en el dispositivo 216 de almacenamiento puede actualizarse sobre el terreno (por ejemplo, haciendo que un procesador programable 106 asociado haga que se escriba información adicional en el dispositivo 216 de almacenamiento o cambiando o borrando información previamente almacenada en el dispositivo 216 de almacenamiento). Por ejemplo, en algunas implementaciones, parte de la información almacenada en el dispositivo 216 de almacenamiento no se puede cambiar sobre el terreno (por ejemplo, información de identificador o información de fabricación), mientras que parte de la otra información almacenada en el dispositivo 216 de almacenamiento se puede cambiar sobre el terreno (por ejemplo, información de pruebas, calidad de medios o información de rendimiento). En otras implementaciones, nada de la información almacenada en el dispositivo 216 de almacenamiento puede actualizarse sobre el terreno.

Asimismo, el dispositivo 216 de almacenamiento también puede incluir un procesador o microcontrolador, además de almacenamiento para la información de medios. En ese caso, el microcontrolador incluido en el dispositivo 216 de almacenamiento se puede utilizar para ejecutar *software* o *firmware* que, por ejemplo, controle uno o más LED conectados al dispositivo 216 de almacenamiento. En otro ejemplo, el microcontrolador ejecuta *software* o *firmware*

que realiza una prueba de integridad en el segmento delantero 212 de medios (por ejemplo, realizando una prueba de capacitancia o impedancia en el revestimiento o aislante que rodea el segmento delantero 212 de medios físicos de comunicación, (que puede incluir una lámina metálica o relleno metálico para tal propósito)). En el caso de que se detecte un problema con la integridad del segmento delantero 212 de medios, el microcontrolador puede comunicar ese hecho al procesador programable 106 asociado con el puerto 104 utilizando la interfaz de dispositivo de almacenamiento (por ejemplo, provocando una interrupción). El microcontrolador también se puede utilizar para otras funciones.

La figura 3 ilustra una realización de un sistema 300 que incluye una funcionalidad de información de capa física (PLI) así como una funcionalidad de gestión de capa física (PLM). El sistema 300 comprende una pluralidad de paneles 302 de conexiones que están alojados dentro de una armazón común 301. Por ejemplo, en una configuración común, la armazón 301 está instalada en un armario o sala de comunicaciones y está montada en un bastidor. En algunas instalaciones más grandes, hay varios bastidores de armazones 301 y paneles 302 de conexiones (dispuestos, por ejemplo, en varios compartimentos). Los paneles 302 de conexiones se pueden empaquetar como hojas que se deslicen en la armazón 301.

Cada panel 302 de conexiones comprende un conjunto de puertos 304 (por ejemplo, 16, 32, 48 o 512 puertos 304). El número de puertos 304 puede variar de un panel 302 de conexiones a otro panel 302 de conexiones.

Cada uno de los puertos 304 se implementa como se muestra en la figura 2. En general, en el contexto de la realización mostrada en la figura 3, cada segmento delantero 312 de medios comprende un "cable de conexión" 312 que se usa para interconectar selectivamente dos puertos 304 desde el mismo panel 302 de conexiones o desde diferentes paneles 302 de conexiones. En esta realización, cada cable 312 de conexión tiene una clavija modular 314 conectada a cada extremo, que se puede insertar en un conector delantero de medios de uno de los puertos 304 de los paneles 302 de conexiones.

De esta forma, los respectivos segmentos traseros de medios (no mostrados en la figura 3) acoplados a los dos puertos 304 interconectados se pueden acoplar de manera comunicativa entre sí para implementar un enlace lógico de comunicación entre el equipo que está acoplado a los respectivos segmentos traseros de medios. Por ejemplo, en una aplicación ejemplar, un conector hembra montado en la pared se acopla de manera comunicativa a un conector trasero de un puerto 304 utilizando un segmento trasero de medios adecuado, como un cable de cobre o fibra. El cable generalmente se encamina a través de un edificio (por ejemplo, sobre, debajo, alrededor y/o a través de paredes, techos, pisos y similares) y no se mueve fácil o frecuentemente. Si una primera pieza de equipo que esté conectada a uno de tales conectores hembra montados en la pared ha de ser acoplada de manera comunicativa a una segunda pieza de equipo que esté conectada a otro de tales conectores hembra montados en la pared, se puede usar un cable 312 de conexión para establecer la conexión.

Como se muestra en la figura 3, dentro de la armazón 301 está alojada también una unidad 330 de procesador maestro (MPU, por sus siglas en inglés). La unidad 330 de procesador maestro (MPU) se comunica con unos módulos 318 de procesador esclavo incluidos en cada uno de los paneles 304 de conexiones a través de un panel 315 de fondo. La figura 4 es un diagrama de bloques de una realización de cada módulo 318 de procesador esclavo mostrado en la figura 3. Cada módulo 318 de procesador esclavo comprende un procesador programable esclavo 320 que ejecuta un *software* 322. La ejecución del *software* 322 hace que el procesador esclavo 320 lleve a cabo diversas funciones que se describen posteriormente. Cada módulo 318 de procesador esclavo también incluye una memoria 324 que está acoplada al procesador esclavo 320 para almacenar datos e instrucciones de programa. El procesador esclavo 320 de cada módulo 318 de procesador esclavo se acopla al panel 315 de fondo usando una interfaz adecuada.

El sistema 300 está diseñado para usarse con cables 312 de conexión (u otros segmentos delanteros de medios) que tengan información de identificador y atributo del tipo descrito anteriormente en relación con la figura 2 almacenada en o sobre los mismos. Cada uno de los puertos 304 de cada panel 302 de conexiones comprende una interfaz de lectura de medios respectiva (no mostrada en la figura 3). El procesador programable esclavo 320 de cada panel 302 de conexiones está acoplado de manera comunicativa a cada una de las interfaces de lectura de medios de ese panel 302 de conexiones usando un bus u otra interconexión (no mostrada). El procesador programable esclavo 320 está configurado para determinar si cambia el estado de un puerto 304. El estado de un puerto 304 cambia, por ejemplo, cuando se inserta un cable de conexión en un conector delantero previamente vacío o cuando se retira un cable 312 de conexión de un conector delantero, o cuando se inserta un cable de conexión diferente en un conector delantero previamente ocupado.

En una implementación de tal realización, cada interfaz de lectura de medios está configurada de manera que el procesador programable esclavo 320 pueda detectar cambios en el estado de cada puerto 304. Por ejemplo, la estructura de contacto eléctrico de la interfaz de lectura de medios puede configurarse de modo que una señal eléctrica cambie de estado cuando se inserte o retire un cable de conexión en o de un puerto 304 (por ejemplo, cerrando o abriendo un circuito eléctrico). El procesador esclavo 320 detecta tales cambios de estado para detectar cuándo se ha insertado o retirado un cable de conexión en o del conector delantero de cada puerto 304. Ejemplos de tales estructuras de contacto son la Solicitud de Patente Provisional de los Estados Unidos Número de Serie 61/252,395, presentada el 16 de Octubre de 2009, titulada "MANAGED CONNECTIVITY IN ELECTRICAL SYSTEMS AND METHODS THEREOF" (también conocida aquí como "Solicitud 395"), la Solicitud de Patente Provisional de los

Estados Unidos Número de Serie 61/253,208, presentada el 20 de octubre de 2009, titulada "ELECTRICAL PLUG FOR MANAGED CONNECTIVITY SYSTEMS" (también conocida aquí como "Solicitud 208"), y la Solicitud de Patente Provisional de los Estados Unidos Número de Serie 61/252,964, presentada el 19 de Octubre de 2009, titulada "ELECTRICAL PLUG FOR MANAGED CONNECTIVITY" (también conocida aquí como "Solicitud 964"). La solicitud '395, la solicitud '208 y la solicitud '964 se incorporan al presente documento por referencia.

Como alternativa, el procesador esclavo 320 puede configurarse para escanear periódicamente todas las interfaces de lectura de medios incluidas en ese panel 302 de conexiones para determinar si el estado de alguno de los puertos 304 asociados ha cambiado.

Además, cuando el *software* 322 que se ejecuta en el procesador programable esclavo 320 de cada panel 302 de conexiones determina que se ha insertado un cable de conexión en un conector delantero previamente vacío o que se ha insertado un cable de conexión diferente en un conector delantero previamente conectado, el *software* 322 lee la información almacenada en o sobre el cable de conexión insertado.

Cualquier cambio en el estado de los puertos 304 del panel de conexiones y la información que se lee de los cables de conexión se comunican a la MPU 330 a través del panel 315 de fondo. La información de estado del puerto y la información leída de los cables de conexión se denominan aquí colectivamente "información de puerto".

El *software* 322 que se ejecuta en el procesador programable esclavo 320 de cada panel 302 de conexiones también comunica información sobre el panel 302 de conexiones respectivo a la MPU 330 a través del panel 115 de fondo (tal información también se denomina aquí "información de panel de conexiones"). El *software* 322 del panel de conexiones comunica la información de panel de conexiones a la MPU 330, por ejemplo, en las siguientes situaciones: en respuesta a una petición de la MPU 330, o cuando el panel 302 de conexiones se enciende por primera vez, o cuando cambia alguna parte de la información de panel de conexiones, o después de que haya transcurrido un período de tiempo predeterminado desde la última vez que se comunicó la información de panel de conexiones a la MPU 330.

Como se muestra en la figura 3, cada uno de los puertos 304 de cada panel 302 de conexiones incluye un indicador visual 316 respectivo (como un diodo emisor de luz (LED)) que está acoplado al procesador programable esclavo 318 a través de un bus interno u otra interconexión (no mostrado). El indicador visual 316 está ubicado cerca del puerto 304 con el que está asociado el indicador visual 316. El procesador programable esclavo 332 puede activar cada uno de los indicadores visuales 316 (por ejemplo, iluminando un LED) para identificar el puerto 304 asociado.

Como se muestra en la figura 3, la MPU 330 está configurada para comunicarse con los módulos 318 de procesador esclavo y controlarlos. Además, la MPU 330 está configurada para comunicarse con otros dispositivos a través de una red IP 350 (como LAN 352). Más específicamente, la MPU 330 está configurada para comunicarse con un punto 353 de agregación a través de la LAN 352. La figura 5 es un diagrama de bloques de una realización de la unidad 330 de procesador maestro de la figura 3. La MPU 330 incluye un procesador programable maestro 332 que ejecuta un *software* 334. La ejecución del *software* 334 hace que el procesador programable maestro 332 de la MPU 330 lleve a cabo diversas funciones descritas posteriormente. La MPU 330 también incluye una memoria 336 que está acoplada al procesador maestro 332 para almacenar datos e instrucciones de programa. El procesador maestro 332 está acoplado al panel 315 de fondo de la armazón 301. El procesador esclavo 320 de cada uno de los paneles 302 de conexiones se comunica con el procesador programable maestro 332 de la MPU 330 a través del panel 315 de fondo. En la realización concreta mostrada en las figuras 3, la mayor parte del procesamiento que se realiza en el sistema 300 es realizada por el procesador programable maestro 332 de la MPU 330. Como resultado, se puede usar un procesador programable esclavo 318 de potencia relativamente baja en cada uno de los paneles 302 de conexiones, como un microcontrolador de 8 bits o 16 bits. El procesador programable maestro 332 de la MPU 330, en tal realización, se implementa usando un microcontrolador o microprocesador de 16 bits o 32 bits.

La MPU 330 comprende además una interfaz ETHERNET 340 que se usa para acoplar de manera comunicativa la MPU 330 (y el procesador programable maestro 332 incluido en la misma) a una o más redes 350 de Protocolo de Internet (IP) (mostradas en la figura 3). En la realización concreta mostrada en la figura 3, la interfaz ETHERNET 340 está acoplada a una red de área local (LAN) 352. Esta conexión a la LAN 352 puede implementarse, por ejemplo, utilizando un cable para conectar la interfaz ETHERNET 340 de la MPU 330 a un puerto 304 de un panel 302 de conexiones (conectando el cable al punto trasero 306 de conexión de ese puerto 304). Cada uno de los múltiples puertos de un dispositivo de interconexión de redes (como un concentrador, enrutador o conmutador) (no mostrados en la figura 3) también está conectado a los respectivos puertos 304 de un panel 302 de conexiones (conectando los cables respectivos a los puntos traseros 306 de conexión respectivos de los puertos 304). La interfaz ETHERNET 340 de la MPU 330 se interconecta a un puerto del dispositivo de interconexión de redes insertando un extremo 314 de un cable 312 de conexión en el conector delantero 308 del puerto 304 que está conectado a la interfaz ETHERNET 340 e insertando el otro extremo 314 del cable 312 de conexión en el conector delantero 308 del puerto 306 que está conectado a uno de los puertos del dispositivo de interconexión de redes. Los otros puertos del dispositivo de interconexión de redes están conectados (a través de los paneles 302 de conexiones) a otros elementos del equipo 356 de usuario final (mostrado en la figura 3) (como ordenadores) y otros dispositivos de interconexión de redes (como pasarelas o dispositivos de interfaz de red que conecten la LAN 352 a una red de área amplia como Internet 358 (mostrada en la figura 3)).

Como se muestra en la figura 5, en esta realización concreta, el software 334 de la MPU incluye una pila TCP/IP 342 que permite que el procesador 332 de la MPU se comuniquen con otros dispositivos a través de una o más redes IP 350.

En la realización mostrada en la figura 3, se suministra alimentación a la MPU 330 y los módulos 318 de procesador esclavo a través del cableado de cobre de par trenzado que se utiliza para conectar la MPU 330 a la LAN 352. La alimentación se suministra utilizando las técnicas de Alimentación a través de Ethernet especificadas en el estándar IEEE 802.3af. En tal realización, el dispositivo de interfuncionamiento al que está acoplada la MPU 330 incluye un concentrador 354 de alimentación u otro dispositivo de suministro de energía (ubicado cerca o incorporado en el mismo) que inyecta energía de CC en uno o más de los cables (también denominados aquí "cables de alimentación") incluidos en el cable de par trenzado de cobre utilizado para conectar la MPU 330 al dispositivo de interconexión de redes. La interfaz ETHERNET 340 de la MPU 330 extrae la potencia de CC inyectada de los cables de alimentación y utiliza la potencia extraída para alimentar los componentes activos de la MPU 330. Además, desde la MPU 330 se suministra alimentación a los paneles 302 de conexiones a través del panel 315 de fondo para alimentar los componentes activos de los paneles 302 de conexiones.

En la realización concreta mostrada en la figura 4, la MPU 330 también comprende una unidad 344 de fuente de alimentación (PSU (por sus siglas en inglés)) para situaciones en las que los dispositivos de la armazón 301 no se alimenten con Alimentación a través de Ethernet. La PSU 344 se puede conectar a una o más fuentes externas 346 de alimentación (mostradas en la figura 3) (como la red eléctrica de corriente alterna (CA) y/o una fuente de alimentación de corriente continua (CC) de centro de datos/telecomunicaciones) y convierte la energía externa recibida de la fuente externa 346 de alimentación en energía adecuada para su uso por parte de los componentes activos de la MPU 330 y los paneles 302 de conexiones.

El *software* 334 de la MPU que se ejecuta en el procesador programable 332 de la MPU recibe la información de puerto y de panel de conexiones de todos los paneles 302 de conexiones y mantiene un almacén 362 de datos (mostrado en la figura 5) en el que la información se almacena y organiza. El *software* 334 de la MPU que se ejecuta en el procesador programable 332 de la MPU también está configurado para comunicarse con uno o más puntos 353 de agregación. En la realización concreta mostrada en la figura 5, el *software* 334 de la MPU incluye un *software* 364 de protocolo de descubrimiento que usan la MPU 330 y el punto 353 de agregación para descubrirse y conectarse entre sí. El *software* 334 de la MPU también incluye un *software* 366 de protocolo de comunicación que se usa para comunicar información de puerto y de panel de conexiones (y otra PLI) a y desde el puerto 353 de agregación.

El *software* 334 de la MPU también incluye una funcionalidad que permite a los usuarios, sistemas y dispositivos interactuar directamente con la MPU 330 a través de las redes IP 350. En la realización concreta mostrada en las figuras 3-11, el *software* 334 de la MPU está configurado para interactuar con usuarios que utilicen un navegador web. En esta realización, el *software* 334 de la MPU incluye un servidor web 370 (mostrado en la figura 5) que permite que la MPU 330 interactúe con un navegador web de un usuario a través de las redes IP 350 usando el protocolo de Lenguaje de Marcado de HiperTexto (HTML (por sus siglas en inglés)) (y protocolos relacionados como los protocolos Asynchronous JavaScript y XML (AJAX)). En la realización concreta mostrada en las figuras 3-11, el *software* 334 de la MPU también está configurado para interactuar directamente con usuarios, sistemas y dispositivos de otras maneras. Por ejemplo, el *software* 334 de la MPU incluye un *software* TELNET 372 que permite a otros usuarios, sistemas y dispositivos comunicarse vía Telnet con la MPU 330 y un servidor 374 de correo electrónico (implementando, por ejemplo, el Protocolo Simple de Transferencia de Correo (SMTP (por sus siglas en inglés)) que habilita el *software* 334 de la MPU para enviar mensajes de correo electrónico a otros usuarios, sistemas y dispositivos. El *software* 334 de la MPU también incluye un *software* 376 de seguridad y cifrado para permitir que el *software* 334 de la MPU se comuniquen de manera segura (por ejemplo, usando sesiones de Capa de Zócalos Seguros (SSL (por sus siglas en inglés)) o redes privadas virtuales (VPN)).

En la realización mostrada en las figuras 3-11, el sistema 300 está configurado para que un usuario introduzca manualmente, para cada puerto 304 que tenga un segmento trasero 310 de medios respectivo conectado a su punto trasero de conexión, información sobre los medios físicos que se utilizan para implementar ese segmento trasero de medios. En esta realización, los segmentos traseros de medios están conectados a los puntos traseros de conexión de una manera semipermanente, y típicamente estas conexiones no cambian a menudo, si es que alguna vez lo hacen. Como resultado, la información sobre los medios físicos utilizados para implementar los segmentos traseros de medios se puede introducir y verificar manualmente en conexión con la instalación inicial de los medios y, típicamente, seguirá siendo válida a partir de entonces. Esta información puede incluir información similar a la información de puerto almacenada en o sobre un cable de conexión y también se conoce aquí como "información de medios traseros". En el caso de que se realice un cambio en los medios que están conectados a un punto trasero de conexión de un puerto 304, la información de medios físicos correspondiente para ese puerto 304 deberá actualizarse manualmente. Esta información de medios leída, por ejemplo, se puede introducir en una hoja de cálculo u otro archivo. La hoja de cálculo se carga luego en el punto 353 de agregación. El punto 353 de agregación asocia la información de medios leída incluida en la hoja de cálculo con información sobre los paneles 302 de conexiones y los puertos 304 que obtiene de la MPU 330.

Además, cuando un dispositivo de interconexión de redes (como un conmutador o enrutador) está conectado a los puntos traseros de conexión de los puertos 304 de un panel 302 de conexiones, puede introducirse manualmente y proporcionarse al punto 353 de agregación en conexión con la instalación inicial del dispositivo de interconexión de

redes información sobre el dispositivo de interconexión redes (como la dirección MAC del dispositivo y un dirección IP asignada) e información que indique qué puerto del dispositivo de interconexión de redes está conectado a qué puerto 304 del panel 302 de conexiones. Esta información se conoce aquí también como “información de dispositivo de interconexión de redes”. Además, como se indicó anteriormente, si el dispositivo de interconexión de redes incluye la funcionalidad de PLI, el dispositivo de interconexión de redes puede recoger automáticamente tal información de dispositivo de interconexión de redes y comunicarla al punto 353 de agregación.

Además, en la realización mostrada en las figuras 3-11, el sistema 300 está configurado para que un usuario introduzca información sobre la distribución del o de los edificios en los que se despliega la red, así como información que indique dónde, dentro del edificio, se encuentra cada panel 302 de conexiones, segmento trasero de medios, dispositivo de interconexión de redes y toma de pared. Esta información también se conoce aquí como “información de ubicación”. Por ejemplo, esta información de ubicación puede introducirse en una hoja de cálculo y cargarse en el punto 353 de agregación, que asocia la información de ubicación con la otra PLI obtenida sobre el sistema 300.

En la realización mostrada en las figuras 3-11, el punto 353 de agregación tiene acceso a muchos tipos de información de capa física, incluyendo, por ejemplo, información de dispositivo (es decir, la información de puerto, información de panel de conexiones, información de dispositivo de interconexión de redes e información de cualesquiera tomas de pared y dispositivos de usuario final), información de medios (es decir, información de medios delanteros –incluyendo la información de medios almacenada en los cables de conexión– e información de medios traseros) e información de ubicación.

En la realización mostrada en la figura 3, la MPU 330 también incluye interfaces adicionales 382 para acoplar de manera comunicativa la MPU 330 (y el procesador programable 332 de la MPU) a uno o más sensores externos (por ejemplo, sensores de temperatura externos) y alarmas 384 (mostradas en la figura 1). La MPU 330 se puede acoplar de manera comunicativa a tales sensores externos y alarmas 384 usando enlaces de comunicación cableados y/o inalámbricos. En una aplicación, se puede generar un mapa térmico de la red a partir de lecturas de temperatura, que pueden ser útiles para fines de HVAC.

Además, como se muestra en la figura 5, la MPU 330 incluye una interfaz 378 mediante la cual un técnico puede conectar directamente un dispositivo como un ordenador, un asistente digital personal (PDA (por sus siglas en inglés)) o un teléfono inteligente a la MPU 330 e interactuar con el *software* 334 que ejecuta el procesador maestro 332.

En una implementación de la realización mostrada en las figuras 3-11, la MPU 330 y el módulo 318 de procesador esclavo, las interfaces de lectura de medios y los indicadores visuales 316 asociados están integrados en el panel 302 de conexiones junto con los otros componentes. En otra implementación, la MPU 330 y el módulo 318 de procesador esclavo, las interfaces de lectura de medios y los indicadores visuales 316 asociados están alojados dentro de uno o más módulos que están separados del panel 302 de conexiones respectivo. En tal implementación, los módulos separados están conectados a la parte delantera del panel 302 de conexiones respectivo de modo que cada indicador visual 316 y cada interfaz de lectura de medios estén colocados cerca de su puerto 304 correspondiente.

En algunas realizaciones, está incorporada una pantalla (como una pantalla de cristal líquido) en la MPU 330, los módulos 318 de procesador esclavo o el panel 302 de conexiones para visualizar mensajes en el panel 302 de conexiones. Además, en algunas realizaciones, está incorporado un mecanismo de entrada de usuario (como uno o más botones) en la MPU 330, los módulos 318 de procesador esclavo o el panel 302 de conexiones para recibir una entrada de un usuario que se encuentre cerca de los paneles 302 de conexiones.

La figura 6 es un diagrama que ilustra una realización de un cable 312 de conexión que es adecuado para usar en el sistema 300 de la figura 3. El cable 312 de conexión mostrado en la figura 6 es adecuado para usar con una implementación del panel 302 de conexiones de la figura 3 donde los conectores delanteros de los puertos 304 se implementan mediante conectores hembra RJ-45 modulares. El cable 312 de conexión mostrado en la figura 6 comprende un cable 386 de cobre de par trenzado sin blindaje (UTP (por sus siglas en inglés)). El cable UTP 386 incluye ocho conductores dispuestos en cuatro pares de conductores. El cable 312 de conexión también comprende dos clavijas RJ-45 314, una en cada extremo del cable 386 (en la figura 6 se muestra sólo una de las mismas). Las clavijas RJ-45 314 están diseñadas para insertarlas en los conectores hembra modulares RJ-45 utilizados como conectores delanteros. Cada clavija RJ-45 314 comprende una parte 388 de contacto en la que están colocados ocho contactos eléctricos 390, generalmente paralelos. Cada uno de los ocho contactos eléctricos 390 está conectado eléctricamente a uno de los ocho conductores del cable UTP 386.

Cada clavija 314 también comprende (o está conectada a) un dispositivo 392 de almacenamiento (por ejemplo, una Memoria de Solo Lectura Programable y Borrable Eléctricamente (EEPROM (por sus siglas en inglés)) u otro dispositivo de memoria no volátil). La información de medios descrita anteriormente para el cable 312 de conexión se almacena en el dispositivo 392 de almacenamiento. El dispositivo 392 de almacenamiento incluye suficiente capacidad de almacenamiento para almacenar tal información. Cada dispositivo 392 de almacenamiento también incluye una interfaz 394 de dispositivo de almacenamiento que, cuando la clavija 314 correspondiente se inserta en un conector delantero de un puerto 304, acopla de manera comunicativa el dispositivo 392 de almacenamiento a la interfaz de lectura de medios correspondiente para que el procesador programable 320 del correspondiente panel 302 de conexiones pueda leer la información almacenada en el dispositivo 392 de almacenamiento.

En la Solicitud '395, la Solicitud '208 y la Solicitud '964 se describen ejemplos de tales cables 312 de conexión y clavijas 314.

La realización mostrada en las figuras 3-11 se describe aquí en general como implementada usando el cable 312 de conexión mostrado en la figura 6. Sin embargo, se pueden usar otros tipos de cables de conexión, uno de los cuales se muestra en la figura 7.

La figura 7 es un diagrama que ilustra otra realización de un cable 312' de conexión que es adecuado para usar en el sistema 300 de la figura 3. El cable 312' de conexión mostrado en la figura 7 es adecuado para su uso con una implementación del panel 302 de conexiones de la figura 3 donde los conectores delanteros de los puertos 304 se implementan utilizando adaptadores o conectores LC de fibra. El cable 312' de conexión mostrado en la figura 7 comprende un cable óptico 386'. El cable óptico 386' incluye una fibra óptica encerrada dentro de un revestimiento adecuado. El cable 312' de conexión también comprende dos conectores LC 314', en cada uno de los cables 386'. Cada conector LC 314' está diseñado para insertarlo en un adaptador LC usado como conector delantero de un puerto 304. Cada conector LC 314' comprende una parte final 388' en la cual puede establecerse una conexión óptica con la fibra óptica del cable 386' cuando el conector LC 314' se inserte en un adaptador LC de un puerto 304.

Cada conector LC 314' también comprende (o está conectado a) un dispositivo 392' de almacenamiento (por ejemplo, una Memoria de Solo Lectura Programable y Borrable Eléctricamente (EEPROM) u otro dispositivo de memoria no volátil). La información de medios descrita anteriormente para el cable 312 de conexión se almacena en el dispositivo 392' de almacenamiento. El dispositivo 392' de almacenamiento incluye suficiente capacidad de almacenamiento para almacenar tal información. Cada dispositivo 392' de almacenamiento también incluye una interfaz 394' de dispositivo de almacenamiento que, cuando el conector LC 314' correspondiente se inserta en un conector delantero de un puerto 304, acopla de manera comunicativa el dispositivo 392' de almacenamiento a la interfaz de lectura de medios correspondiente para que el procesador programable esclavo 320 del panel 302 de conexiones correspondiente pueda leer la información almacenada en el dispositivo 392' de almacenamiento.

En algunas implementaciones de los cables 312 y 312' de conexión, los dispositivos 392 y 392' de almacenamiento se implementan utilizando una EEPROM de montaje en superficie u otro dispositivo de memoria no volátil. En tales implementaciones, las interfaces de dispositivo de almacenamiento y las interfaces de lectura de medios comprenden en cada caso cuatro cables: un cable de alimentación, un cable de tierra, un cable de datos y un cable adicional que está reservado para uso futuro. Los cuatro cables de las interfaces de dispositivo de almacenamiento entran en contacto eléctrico con cuatro cables correspondientes de la interfaz de lectura de medios cuando la clavija o el conector correspondiente se inserta en el conector delantero correspondiente de un puerto 304. Cada interfaz de dispositivo de almacenamiento y cada interfaz de lectura de medios está dispuesta y configurada para que no interfiera con datos comunicados a través del cable de conexión. En otras realizaciones, se usan otros tipos de interfaces. Por ejemplo, en una realización alternativa de este tipo, se usa una interfaz de dos líneas con una bomba de carga simple. En otras realizaciones, se proporcionan líneas adicionales (por ejemplo, para posibles aplicaciones futuras).

Ejemplos de tales conectores 314' y cables 312' de conexión de fibra se describen en la Solicitud de Patente Provisional de los Estados Unidos Número de Serie 61/252,386, presentada el 16 de Octubre de 2009, titulada "MANAGED CONNECTIVITY IN FIBER OPTIC SYSTEMS AND METHODS THEREOF" (también conocida aquí como "Solicitud 386"), la Solicitud de Patente Provisional de los Estados Unidos Número de Serie 61/303,961, presentada el 12 de Febrero de 2010, titulada "FIBER PLUGS AND ADAPTERS FOR MANAGED CONNECTIVITY" ("Solicitud 961"), y la Solicitud de Patente Provisional de los Estados Unidos Número de Serie 61/303,948, presentada el 12 de Febrero de 2010, titulada "BLADED COMMUNICATIONS SYSTEM" ("Solicitud '948"). La solicitud '386, la solicitud '961 y la solicitud '948 se incorporan por referencia al presente documento.

En algunas implementaciones de los cables 312 y 312' de conexión, cada clavija 314 o conector 314' alberga en sí el dispositivo de almacenamiento respectivo y la interfaz de dispositivo de almacenamiento. En algunas implementaciones, cada dispositivo de almacenamiento y la interfaz de dispositivo de almacenamiento correspondiente están alojados dentro de una carcasa que está separada de la clavija o conector correspondiente. En tales implementaciones, la carcasa está configurada de modo que pueda encajarse a presión en (o conectarse de otro modo a) el cable o la clavija o conector, con la interfaz de dispositivo de almacenamiento colocada en relación con la clavija o conector de manera que la interfaz de dispositivo de almacenamiento se acople correctamente con la interfaz de lectura de medios relevante cuando la clavija o conector se inserta en el conector delantero del puerto 304 correspondiente.

Se puede proporcionar un conjunto de prueba portátil que incluye un puerto en el que se puede insertar la clavija 314 o el conector 314' de un cable 312 o 312' de conexión para leer la información de medios almacenada en el dispositivo de almacenamiento. El conjunto de prueba portátil también incluye una pantalla de algún tipo para visualizar la información de medios leída del dispositivo de almacenamiento.

En otras realizaciones, el dispositivo de almacenamiento también incluye una interfaz óptica o infrarroja para leer la información de medios almacenada en el dispositivo de almacenamiento mientras el correspondiente cable 312 o 312' de conexión está conectado a uno o más paneles 302 de conexiones. Esto permite que un técnico lea la información de medios almacenada en el dispositivo de almacenamiento sin tener que quitar el cable 312 o 312' de conexión para

usar el probador portátil descrito anteriormente.

El resto de la descripción de la realización mostrada en las figuras 3-11 se refiere en general al cable 312 de conexión mostrado en la figura 6. Sin embargo, debe entenderse que pueden usarse otros cables de conexión (como el cable 312' de conexión que se muestra en la figura 7).

- 5 La figura 8 es un diagrama de bloques de una realización de un punto 353 de agregación. La realización concreta de un punto 353 de agregación que se muestra en la figura 8 se describe aquí como implementada para su uso en el sistema 300 de la figura 3, aunque otras realizaciones pueden implementarse de otras maneras.

10 El punto 353 de agregación se implementa típicamente como *software* 800 que se ejecuta en una estación de trabajo u otro ordenador 802. La estación 802 de trabajo comprende al menos un procesador programable 804 en el que se ejecuta el *software* 800. El *software* 800 comprende instrucciones de programa que se almacenan (o se incorporan de otro modo) en uno o varios medios de almacenamiento apropiados, desde los cuales el procesador programable 804 lee al menos una parte de las instrucciones de programa para ejecutarlas. La estación 802 de trabajo también comprende una memoria 806 para almacenar las instrucciones de programa y cualquier dato relacionado durante la ejecución del *software* 800.

15 La estación 802 de trabajo en la que se ejecuta el *software* 800 de punto de agregación también incluye una o más interfaces 808 que acoplan de manera comunicativa el punto 353 de agregación a dispositivos o entidades con los que se comunica. Más específicamente, las una o más interfaces 808 acoplan de manera comunicativa el punto 353 de agregación a estos dispositivos o entidades a través de las una o más redes IP 350. En una implementación de tal realización, al menos una de las interfaces 808 comprende una interfaz de red ETHERNET para acoplar el punto 353 de agregación a las una o más redes IP 350.

20 El *software* 800 de punto de agregación comprende un *software* 810 de agregación de PLI que permite que el punto 353 de agregación, automáticamente, descubra y se conecte a dispositivos que puedan proporcionar PLI y otra información al punto 353 de agregación (como los paneles 302 de conexiones). El punto 353 de agregación y el *software* 810 de agregación de PLI se pueden usar para recibir información de capa física de diversos tipos de conjuntos de conector que tengan una funcionalidad para leer automáticamente información almacenada en o sobre un segmento de medios físicos de comunicación. Anteriormente se han indicado ejemplos de tales dispositivos, que incluyen, por ejemplo, paneles 302 de conexiones y dispositivos de interconexión de redes. Además, el punto 353 de agregación y el *software* 810 de agregación de PLI también se pueden usar para recibir información de capa física de otros tipos de dispositivos que tengan una funcionalidad para leer automáticamente información almacenada en o sobre el segmento de medios físicos de comunicación. Los ejemplos de tales dispositivos incluyen dispositivos de usuario final –como ordenadores, periféricos (por ejemplo, impresoras, copiadoras, dispositivos de almacenamiento y escáneres) y teléfonos IP– que incluyan una funcionalidad para leer automáticamente información almacenada en o sobre el segmento de medios físicos de comunicación.

35 En la realización concreta mostrada en la figura 8, el *software* 810 de agregación de PLI comprende un *software* 812 que usa uno o más protocolos de descubrimiento para descubrir y conectarse a dispositivos que puedan proporcionar información PLI al punto 353 de agregación (suponiendo que esos dispositivos también soporten esos protocolos de descubrimiento). Los ejemplos de protocolos de descubrimiento incluyen, sin limitación, DNS de multidifusión (mDNS (por sus siglas en inglés)), Descubrimiento de Servicio basado en DNS (DNS-SD (por sus siglas en inglés)), *Plug and Play* Universal (UPnP (por sus siglas en inglés)), Protocolo Simple de Descubrimiento de Dispositivos (SDDP (por sus siglas en inglés)) y Protocolo de Ubicación de Servicios (SLP (por sus siglas en inglés)), así como protocolos patentados y extensiones de otros protocolos (como el Protocolo de Configuración Dinámica de Host (DHCP (por sus siglas en inglés))). En esta realización, cuando un panel 302 de conexiones (u otro dispositivo que pueda proporcionar información PLI al punto 353 de agregación) se acopla primero a la LAN 352, la MPU 330 del panel 302 de conexiones obtiene primero una dirección IP (típicamente de un servidor DHCP para la LAN 352). La MPU 330 del panel 302 de conexiones utiliza luego el protocolo de descubrimiento para transmitir un mensaje informativo a los otros nodos en la LAN 353. El mensaje informativo incluye información sobre los servicios que proporciona el panel 302 de conexiones, que en este caso incluye servicios relacionados con proporcionar información PLI para el panel 302 de conexiones y los cables 312 de conexión acoplados a los paneles 302 de conexiones. El punto 353 de agregación está atento a tales mensajes informativos. Cuando el punto 353 de agregación recibe un mensaje informativo de un panel 302 de conexiones que puede gestionar, el punto 353 de agregación usa los protocolos de descubrimiento para enviar un mensaje correspondiente al panel 302 de conexiones (utilizando la información de dirección incluida en el mensaje informativo recibido) pidiendo más información sobre el panel 302 de conexiones. En respuesta a esta petición, la MPU 330 del panel 302 de conexiones proporciona la información pedida. En este momento, el punto 353 de agregación puede controlar y recibir notificaciones de la MPU 330 del panel 302 de conexiones. Se puede realizar un procesamiento similar cuando se unan a la LAN 352 otros dispositivos que proporcionen PLI a un punto 353 de agregación (como el dispositivo de interconexión de redes).

60 Del mismo modo, cuando se conecta un punto 353 de agregación a la LAN 352, el *software* 812 de protocolo de descubrimiento usa los protocolos de descubrimiento para transmitir un mensaje informativo a todos los nodos en la LAN 352. Este mensaje indica que el punto 353 de agregación está buscando dispositivos y/o servicios que incluyan la funcionalidad de PLI aquí descrita. Los dispositivos que pueden proporcionar PLI a un punto de agregación

(dispositivos como paneles 320 de conexiones y dispositivos de interconexión de redes) están atentos a tales mensajes. Si esos dispositivos cumplen con los criterios de búsqueda expuestos en el mensaje, los dispositivos responden con un mensaje apropiado que anuncia los servicios que prestan. Cuando el punto 353 de agregación recibe un mensaje de este tipo de un dispositivo que puede gestionar, el *software* 812 envía un mensaje a ese dispositivo (utilizando la información de dirección incluida en el mensaje recibido) pidiendo más información sobre ese dispositivo. En respuesta a esta petición, el dispositivo proporciona al punto 353 de agregación la información pedida. En este momento, el punto 353 de agregación puede controlar y recibir notificaciones del dispositivo.

De esta manera, cuando se acoplan a la LAN 352 dispositivos que pueden proporcionar PLI a un punto de agregación, el punto 353 de agregación puede descubrir automáticamente el dispositivo y comenzar a agregar información de capa física para ese dispositivo sin necesidad de que un técnico que instale el dispositivo tenga conocimiento de los puntos de agregación que se encuentran en la LAN 352. De manera similar, cuando se acopla el punto 353 de agregación a la LAN 352, el punto 353 de agregación puede, automáticamente, descubrir e interactuar con dispositivos que puedan proporcionar PLI al punto 353 de agregación sin necesidad de que el técnico que instala el punto 353 de agregación tenga conocimiento de tales dispositivos que se encuentran en la LAN 352. Por lo tanto, los recursos de información de capa física descritos aquí pueden integrarse fácilmente en la LAN 352.

En la realización mostrada en la figura 8, el *software* 810 de agregación de PLI también incluye un *software* 814 que está configurado para obtener información de capa física de los dispositivos que ha descubierto y a los que se ha conectado utilizando el *software* 812 de protocolo de descubrimiento (por ejemplo, dispositivos como los paneles 302 de conexiones y dispositivos de interconexión de redes). Se usa un gestor 816 de base de datos para almacenar la información PLI que el *software* 810 de agregación obtiene en una base de datos. En la realización concreta mostrada en la figura 8, el *software* 814 usa uno o más protocolos apropiados para comunicar información de capa física desde y hacia tales dispositivos. Entre los ejemplos de protocolos que se pueden utilizar se incluyen, sin limitación, el Protocolo de Transferencia de Archivos (FTP (por sus siglas en inglés)), el Protocolo Trivial de Transferencia de Archivos (TFTP (por sus siglas en inglés)), el Protocolo de Transferencia de Hipertexto (HTTP (por sus siglas en inglés)), el Protocolo Simple de Administración de Red (SNMP (por sus siglas en inglés)), el protocolo de Interfaz Común de Pasarela (CGI (por sus siglas en inglés)), el protocolo de Transferencia de Estado Representacional (REST (por sus siglas en inglés)) y el Protocolo Simple de Acceso a Objetos (SOAP (por sus siglas en inglés)). Los dispositivos de los cuales el punto 353 de agregación recibe información también implementan al menos algunos de los protocolos implementados por el punto 353 de agregación para organizar, rastrear, almacenar y comunicar información de capa física.

El punto 353 de agregación y el *software* 810 de agregación también se pueden usar para obtener otros tipos de información de capa física. Por ejemplo, en esta realización, el *software* 810 de agregación también obtiene información sobre segmentos de medios físicos de comunicación que de otro modo no se comunica automáticamente a un punto de agregación. Un ejemplo de tal información es información sobre cables no conectorizados que no tienen información almacenada de otro modo en o sobre los mismos que están conectados a un panel 302 de conexiones (incluyendo, por ejemplo, información que indique qué puertos del panel 302 de conexiones están conectados a qué puertos de otros dispositivos en la red 350 mediante ese cable, así como información de medios sobre el cable).

Otro ejemplo de tal información es información sobre los cables de conexión que estén conectados a dispositivos que no puedan leer información de medios almacenada en o sobre los cables de conexión que están conectados a sus puertos y/o que no puedan comunicar tal información al punto 353 de agregación (por ejemplo, porque tales dispositivos no incluyan tal funcionalidad, porque tales dispositivos se usen con cables de conexión que no tengan información de medios almacenada en o sobre los mismos, y/o porque no haya ancho de banda disponible para comunicar tal información al punto 353 de agregación). En este ejemplo, esta información puede incluir, por ejemplo, información sobre los propios dispositivos (como las direcciones MAC y las direcciones IP de los dispositivos si se asignan a tales dispositivos), información que indique qué puertos de los dispositivos están conectados a qué puertos de otros dispositivos en la red e información sobre los medios físicos conectados a los puertos de los dispositivos. Esta información se puede proporcionar al punto 353 de agregación, por ejemplo, introduciendo manualmente tal información en un archivo (como una hoja de cálculo) y luego cargando el archivo en el punto 353 de agregación en conexión con la instalación inicial de cada uno de los diversos elementos. Tal información también puede, por ejemplo, introducirse directamente utilizando una interfaz de usuario proporcionada por el punto 353 de agregación (por ejemplo, utilizando un navegador web). En la realización mostrada en la figura 8, el *software* 810 de punto de agregación incluye un servidor web 818 para facilitar la carga de archivos y/o la entrada directa de tal información introducida manualmente.

El *software* 810 de agregación también puede obtener información sobre la distribución del o de los edificios en los que se despliega la red 350, así como información que indique dónde, dentro del edificio, se encuentra cada dispositivo de panel 302 de conexiones, cable de conexión (u otro elemento de medios físicos de comunicación), y dispositivo de interconexión de red. Esta información puede, por ejemplo, introducirse y cargarse manualmente en el punto 353 de agregación en conexión con la instalación inicial de cada uno de los diversos elementos. En una implementación, tal información de ubicación incluye una ubicación X, Y y Z para cada puerto u otro punto de terminación para cada segmento de medios físicos de comunicación que termine en la red 350 (por ejemplo, información de ubicación X, Y y Z del tipo especificado en el estándar ANSI/TIA/EIA 606-A - Estándar de Administración para la Infraestructura Comercial de Telecomunicaciones).

El *software* 810 de agregación también puede obtener y mantener información de pruebas, calidad de medios, o rendimiento relacionada con los diversos elementos de medios físicos de comunicación que existen en la red. La información de pruebas, calidad de medios, o rendimiento, por ejemplo, puede ser el resultado de las pruebas que se realizan cuando se fabrica un segmento de medios en particular y/o cuando se realizan pruebas al instalar o comprobar de otro modo un segmento de medios en particular.

El *software* 810 de agregación también proporciona una interfaz destinada a que entidades o dispositivos externos accedan a la información de capa física mantenida por el punto 353 de agregación. Este acceso puede incluir recuperar información del punto 353 de agregación, así como suministrar información al punto 353 de agregación. En esta realización, el punto 353 de agregación se implementa como "middleware" que puede proporcionar a tales entidades y dispositivos externos un acceso transparente y conveniente a la PLI mantenida por el punto 353 de acceso. Debido a que el punto 353 de agregación agrega PLI de los dispositivos relevantes en la red IP 350 y proporciona a entidades y dispositivos externos acceso a tal PLI, las entidades y dispositivos externos no necesitan interactuar individualmente con todos los dispositivos en la red IP 350 que proporcionen PLI, ni tales dispositivos necesitan tener la capacidad de responder a peticiones de tales entidades y dispositivos externos.

El *software* 810 de punto de agregación, en la realización mostrada en la figura 8, implementa una interfaz 820 de programación de aplicaciones (API) mediante la cual la funcionalidad de capa de aplicación en tales otros dispositivos puede obtener acceso a la información de capa física mantenida por el punto 353 de agregación utilizando un kit de desarrollo de *software* (SDK) que describa y documente la API 820. En una implementación de tal realización, la API 820 está configurada para usar el protocolo del Protocolo Simple de Acceso a Objetos (SOAP) para las comunicaciones entre el punto 353 de agregación y tales entidades o dispositivos externos. En otras implementaciones, se pueden usar otros protocolos (por ejemplo, los protocolos SNMP o CGI).

Por ejemplo, una aplicación 370 (mostrada en la figura 3) que se ejecute en un ordenador 356 puede usar la API 820 proporcionada por el punto 353 de agregación para acceder a la información PLI mantenida por el punto 353 de agregación (por ejemplo, para recuperar tal información del punto 353 de agregación y/o para suministrar información al punto 353 de agregación). El ordenador 356 está acoplado a la LAN 352 y accede al punto 353 de agregación a través de la LAN 352.

La figura 9 es un diagrama de bloques de una realización de un sistema de gestión de red (NMS) 380 que está configurado especialmente para usar la información de capa física que pone a disposición el sistema 300 de la figura 3. La realización concreta de un NMS 380 mostrado en la figura 9 se describe aquí como implementada para su uso en el sistema 300 de la figura 3, aunque otras realizaciones pueden implementarse de otras maneras.

El NMS 380 se implementa típicamente como *software* 900 que se ejecuta en una estación de trabajo u otro ordenador 902. La estación 902 de trabajo comprende al menos un procesador programable 904 en el que se ejecuta el *software* 900. El *software* 900 comprende instrucciones de programa que se almacenan (o se incorporan de otro modo) en uno o varios medios de almacenamiento apropiados, desde los cuales el procesador programable 904 lee al menos una parte de las instrucciones de programa para ejecutarlas. La estación 902 de trabajo también comprende una memoria 906 para almacenar las instrucciones de programa y cualquier dato relacionado durante la ejecución del *software* 900.

La estación 902 de trabajo en la que se ejecuta el *software* 900 de NMS también incluye una o más interfaces 908 que acoplan de manera comunicativa el NMS 380 a los elementos de red que el NMS 380 gestiona o con los que interactúa de otro modo. Más específicamente, las una o más interfaces 908 acoplan de manera comunicativa el NMS 380 a estos elementos de red a través de las una o más redes IP 350. En una implementación de tal realización, al menos una de las interfaces 908 comprende una interfaz de red ETHERNET para acoplar el NMS 380 a las una o más redes IP 350.

El *software* 900 de NMS comprende una funcionalidad 910 de gestión de red que implementa diversas funciones de NMS convencionales, como visualizar información de estado y alarma sobre los diversos elementos en la red gestionada. En la realización concreta aquí descrita, la funcionalidad 910 de NMS incluye una funcionalidad para visualizar una interfaz de usuario para el NMS 380 y una funcionalidad de gestión de datos para organizar, rastrear y almacenar la información que recibe de los elementos de red gestionados.

El *software* 900 de NMS también incluye una funcionalidad 914 de información de capa física (PLI). La funcionalidad 914 de PLI está configurada para recuperar información de capa física del punto 353 de agregación y proporcionarla a la funcionalidad 910 de NMS para su uso por parte de ésta. La funcionalidad 910 de NMS usa la información de capa física recuperada para realizar una o más funciones de gestión de red. En la realización mostrada en la figura 9, la funcionalidad 914 de PLI recupera información de capa física del punto 353 de agregación utilizando la API 820 (mostrada en la figura 8) implementada por el punto 353 de agregación. Para hacer esto, la funcionalidad 914 de PLI soporta el protocolo utilizado por la API 820. El *software* 900 de NMS se comunica con el punto 353 de agregación a través de las redes IP 350. El *software* 800 de punto de agregación que se ejecuta en el punto 353 de agregación procesa y responde a llamadas API del NMS 380.

El NMS 380 puede utilizar la información de capa física recuperada para proporcionar una resolución de Capa 1 (del modelo OSI) en la información que visualiza. Por ejemplo, en una implementación de la realización mostrada en la

figura 9, el *software* 900 de NMS visualiza una representación gráfica de la red gestionada que muestra los enlaces lógicos de comunicación entre diversos elementos de red. Cuando un usuario hace clic en uno de los enlaces lógicos de comunicación, el *software* 900 de NMS utiliza la funcionalidad 914 de PLI para visualizar los diversos elementos de capa física (por ejemplo, medios físicos de comunicación, paneles de conexiones y tomas de pared) que implementan ese enlace lógico de comunicación, así como información sobre esos elementos de capa física (por ejemplo, su ubicación, nombre de producto, tipo, color, longitud, temperatura, etc.) recuperada del punto 353 de agregación.

En la realización concreta mostrada en la figura 9, el *software* 900 de NMS también incluye una funcionalidad 912 de gestión de capa física que usa la información de capa física recibida del punto 353 de agregación para llevar a cabo diversas funciones de PLM. Por ejemplo, la funcionalidad 912 de PLM permite que el NMS 380 gestione movimientos, adiciones o cambios (MAC) del cable de conexión para los paneles 302 de conexiones. Esto se puede realizar haciendo que la funcionalidad 912 de PLM comunique información sobre el MAC a un ordenador u otro dispositivo utilizado por el técnico que usa la red 350. Esta información puede incluir información de capa física recibida de un punto 353 de agregación (por ejemplo, información que identifique puertos 304 concretos, paneles 302 de conexiones y cables 312 de conexión involucrados en el MAC y las ubicaciones de los mismos, así como información sobre los atributos visuales de los elementos involucrados en el MAC). Además, la funcionalidad 912 de PLM permite al NMS 380 recibir alarmas y mensajes de advertencia del punto 353 de agregación que estén relacionados con movimientos, adiciones o cambios (por ejemplo, cuando se ha realizado un movimiento, adición o cambio no solicitado o cuando se ha realizado incorrectamente un movimiento, adición o cambio solicitado). En otras palabras, la funcionalidad 912 de PLM en el NMS 380 se puede usar para verificar que un MAC solicitado en particular se haya implementado correctamente y, si no lo ha sido, informar al técnico de ese hecho. Además, la funcionalidad 912 de PLM en el NMS 380 se puede configurar para realizar un MAC "guiado" en el que la funcionalidad 912 de PLM haga que los LED 316 adecuados en los paneles 302 de conexiones se iluminen o parpadeen para ayudar al técnico a identificar los puertos 304 involucrados en un MAC. La funcionalidad 912 de PLM puede hacer esto usando una llamada API apropiada para pedir que se iluminen los LED 316. El punto 353 de agregación, en respuesta a tal llamada API, envía una petición a la MPU 330 apropiada para que los módulos 318 de procesador esclavo apropiados hagan que los LED 316 se iluminen.

Esta funcionalidad de MAC se puede implementar como una aplicación autónoma que no forme parte de un NMS 380.

Otros ejemplos de funciones que el NMS 380 puede realizar utilizando la información de capa física incluyen activar una alarma o advertencia si no se utiliza un cable de conexión específico predeterminado (o un tipo concreto de cable de conexión) para implementar una interconexión concreta, imponer otras políticas, y/o usar la información de ubicación incluida en la información de capa física para ayudar en el procesamiento de E911 o servicios basados en la ubicación (LBS (por sus siglas en inglés)) soportado por el NMS 380 (por ejemplo, para determinar dónde se encuentra un teléfono IP).

En la figura 10 se muestra otro ejemplo de funcionalidad habilitada para PLI que se puede agregar a un NMS 380. La figura 10 es un diagrama de flujo de una realización ejemplar de un método de seguimiento de conformidad en una red que incluye la funcionalidad de PLI aquí descrita. La realización ejemplar concreta del método 1000 mostrado en la figura 10 se describe aquí como implementada como parte de la funcionalidad 914 de PLI del NMS 380 mostrado en la figura 9 para usar en el sistema 300 mostrado en la figura 3 (aunque otras realizaciones pueden implementarse de otras maneras).

En tal realización ejemplar, la información de capa física que se rastrea y agrega en el punto 353 de agregación incluye información sobre la conformidad de diversas partes del sistema 300 con diversos estándares. Los estándares como la familia de estándares TIA/EIA-568-B definen requisitos de rendimiento para diversos componentes de cableado de capa física que se utilizan para implementar redes, requisitos de rendimiento para "enlaces permanentes" incluidos dentro de un canal determinado y requisitos de rendimiento para el canal general.

Para cada canal que se esté instalando, se almacena en la memoria no volátil 392 pertinente (bloque 1002) información sobre la conformidad de cada cable 312 de conexión y clavija 314 utilizados en el canal con los requisitos de los estándares pertinentes. Esta información puede determinarse mediante pruebas realizadas por el fabricante y/o un instalador. Esta información puede incluir una indicación de si cada componente asociado con ese cable 312 de conexión presenta conformidad o no con las especificaciones de rendimiento pertinentes, así como la información de rendimiento subyacente que se utilizó para determinar la conformidad. En otras palabras, el margen o límite de rendimiento para cada uno de tales componentes se puede almacenar en la EEPROM 392 pertinente. Estos datos de conformidad de componentes se leen automáticamente cuando se conecta el cable 312 de conexión a un puerto 304 del panel 302 de conexiones y se comunican al punto 352 de agregación pertinente (bloque 1004).

Cuando se instala un enlace permanente concreto (por ejemplo, un enlace entre una toma de pared y un bloque de perforaciones de un panel 302 de conexiones), el instalador prueba el rendimiento del enlace permanente y certifica su conformidad con los requisitos de los estándares pertinentes (bloque 1006). La información sobre la conformidad del enlace permanente con los requisitos de los estándares pertinentes se comunica al punto 353 de agregación (por ejemplo, cargando tal información como se ha descrito anteriormente) (bloque 1008). Esta información puede incluir una indicación de si el enlace permanente presenta conformidad o no con los requisitos de rendimiento pertinentes,

así como la información de rendimiento subyacente que se utilizó para determinar la conformidad. En otras palabras, puede proporcionarse al punto 353 de agregación el margen o límite de rendimiento para el enlace permanente además de una indicación de conformidad.

En la realización mostrada en la figura 10, el instalador también prueba el canal general y certifica la conformidad del canal general con los requisitos de los estándares pertinentes (bloque 1010). La información relacionada con la conformidad del canal general se comunica al punto 353 de agregación (por ejemplo, cargando tal información como se ha descrito anteriormente). El punto 353 de agregación identifica entonces los componentes concretos que se utilizaron en el canal cuando se certificó el canal (bloque 1012). Por ejemplo, el punto 353 de agregación sabe qué cables 312 de conexión y puertos 304 de panel de conexiones se usaron en el canal cuando se certificó. Si en el futuro se tuviese que reemplazar uno de esos cables 312 de conexión, el punto 353 de agregación puede determinar automáticamente que la base original para la certificación de la conformidad del canal ya no existe (bloque 1014). Cuando se reemplaza tal cable 312 de conexión, el punto 353 de agregación también puede determinar automáticamente si es probable que el canal general siga presentando conformidad con los estándares pertinentes comprobando si el cable de conexión de reemplazo ha sido certificado para cumplir con las especificaciones de componentes necesarias para la conformidad del canal y verificando que el enlace permanente para el canal permanezca inalterado y que el cable de conexión esté conectado a los mismos puertos que antes (bloque 1016). Tal información se puede utilizar para solucionar problemas de rendimiento en la red.

El método 1000 es un ejemplo de cómo se puede usar tal información de conformidad. Además, la realización del método 1000 que se muestra en la figura 10 se describe aquí como implementada en el NMS 380 de la figura 8, aunque debe entenderse que se puede implementar una funcionalidad similar en otras partes del sistema 300 (por ejemplo, en el punto 353 de agregación o como una aplicación autónoma). Además, un punto de agregación puede recibir y almacenar otros tipos de información de conformidad, que pueden utilizarse en el seguimiento de conformidad. Los ejemplos de tal información de conformidad incluyen, sin limitación, información sobre conformidad con las normas, reglamentos, leyes, especificaciones o estándares de comunicaciones, de regulación o militares.

La figura 11 es un diagrama de bloques de una realización de un dispositivo 354 de interconexión de redes que está configurado especialmente para usar la información de capa física puesta a disposición por el sistema 300 de la figura 3. La realización concreta de un dispositivo 354 de interconexión de redes mostrada en la figura 11 se describe aquí como implementada para su uso en el sistema 300 de la figura 3, aunque otras realizaciones pueden implementarse de otras maneras.

En la realización mostrada en la figura 11, el dispositivo 354 de interconexión de redes comprende al menos un procesador programable 1100 que ejecuta un *software* 1102 (denominado "firmware" en algunas realizaciones) que hace que el dispositivo 354 de interconexión de redes lleve a cabo diversas funciones que se describen posteriormente. El *software* 1102 comprende instrucciones de programa que se almacenan (o se incorporan de otro modo) en uno o varios medios de almacenamiento apropiados (por ejemplo, memoria *flash*) desde los cuales el procesador programable 1100 lee al menos una parte de las instrucciones de programa para ejecutarlas. El dispositivo 354 de interconexión de redes también incluye una memoria 1104 que está acoplada al procesador programable 1100 para almacenar datos e instrucciones de programa.

El dispositivo 354 de interconexión de redes incluye una pluralidad de puertos 1106. Cada puerto 1106 incluye una interfaz adecuada para acoplar medios físicos de comunicación al dispositivo 1106 de interconexión de redes. Cada una de tales interfaces incluye, por ejemplo, una estructura mecánica para conectar los medios físicos de comunicación al dispositivo 354 de interconexión de redes y un dispositivo de capa física (PHY) para enviar y recibir señales a través de los medios de comunicación conectados. En una de tales realizaciones, los puertos 1106 son puertos ETHERNET.

El *software* 1102 comprende una funcionalidad 1108 de interconexión de redes que hace que el dispositivo 354 de interconexión de redes realice una o más funciones de interconexión de redes para las cuales ha sido diseñado. Los ejemplos de funciones de interconexión de redes incluyen funciones de interconexión de redes de Capa 1, Capa 2 y Capa 3 (del modelo OSI) como el enrutamiento, la conmutación, la repetición, el puenteo y la limpieza de tráfico de comunicación recibido en el dispositivo 354 de interconexión de redes a través de la pluralidad de puertos 1106.

El *software* 1102 también comprende una funcionalidad 1110 de gestión que permite configurar y gestionar el dispositivo 354 de interconexión de redes. En la realización concreta mostrada en la figura 11, la funcionalidad 1110 de gestión incluye un servidor web (y aplicaciones y contenido web relacionados) que permite a un usuario interactuar directamente con el dispositivo 354 de interconexión de redes usando un navegador web. En esta realización, la funcionalidad 1110 de gestión también incluye una funcionalidad SNMP para interactuar con un NMS (como el NMS 380) usando el protocolo SNMP. Los comandos y las respuestas SNMP se comunican a través de las una o más redes IP 350 a través de uno o más de los puertos 1106 del dispositivo 354 de interconexión de redes.

El *software* 1102 también incluye una funcionalidad 1112 de información de capa física (PLI). La funcionalidad 1112 de PLI está configurada para recuperar información de capa física del punto 353 de agregación y proporcionarla a la funcionalidad 1108 de interconexión de redes. La funcionalidad 1108 de interconexión de redes utiliza la información de capa física recuperada para realizar una o más funciones de interconexión de redes. En la realización mostrada en

la figura 11, la funcionalidad 1112 de PLI recupera información de capa física del punto 353 de agregación utilizando la API 820 (mostrada en la figura 8) implementada por el punto 353 de agregación. Para hacer esto, la funcionalidad 1112 de PLI soporta el protocolo utilizado por la API 820. El *software* 1102 del dispositivo 354 de interconexión de redes se comunica con el punto 353 de agregación a través de las redes IP 350. El *software* 800 de punto de agregación que se ejecuta en el punto 353 de agregación procesa y responde a las llamadas API del dispositivo 354 de interconexión de redes. El dispositivo 354 de interconexión de redes también puede recuperar al menos parte de la información de capa física de un NMS u otro elemento de red.

Algunos protocolos de comunicación (por ejemplo, la familia IEEE 802.3 de estándares ETHERNET) incluyen una funcionalidad para determinar automáticamente una velocidad de comunicación adecuada para un enlace de comunicación dado (por ejemplo, las características de negociación automática, detección automática y funcionamiento parcial automático IEEE 802.3). Este tipo de funcionalidad realiza pruebas para hacer tales determinaciones. En otras palabras, los medios físicos de comunicación siguen siendo, desde la perspectiva de tal dispositivo de interconexión de redes, una "caja negra". La información de capa física proporcionada a la funcionalidad 1108 de interconexión de redes por la funcionalidad 1112 de PLI permite que la funcionalidad 1108 de interconexión de redes trate la capa física como una "caja blanca" de la que tiene información precisa para usar en la realización de sus funciones de interconexión de redes (por ejemplo, para usar en la toma de decisiones de puenteo, enrutamiento o conmutación). En una implementación de tal realización, la información de capa física recibida desde el punto 353 de agregación se proporciona a la funcionalidad 1108 de interconexión de redes para ayudarla a realizar tales procedimientos de selección de velocidad automática.

Además, cuando se usa tal funcionalidad convencional de determinación de velocidad para tomar decisiones relativas a la interconexión de redes (como decisiones sobre en qué puerto enrutar datos), típicamente tal funcionalidad convencional sólo puede caracterizar enlaces de comunicación que estén directamente conectados al dispositivo de interconexión de redes. Esto significa que si hay un segmento de medios físicos de comunicación que esté a uno o más "saltos" del dispositivo de interconexión de redes que sea de menor calidad (por ejemplo, porque soporte velocidades de comunicación más bajas) que los medios físicos de comunicación utilizados para implementar el enlace que está directamente conectado al dispositivo de interconexión de redes, el dispositivo de interconexión de redes ignoraría ese hecho y no lo tendría en cuenta al tomar decisiones de enrutamiento o de otra política de interconexión de redes. En la realización mostrada en la figura 11, la información de capa física recibida del punto 353 de agregación (y de otras fuentes como el NMS 380) puede usarse para identificar tales situaciones y responder en consecuencia.

La información de capa física recibida del punto 353 de agregación se puede usar de otras maneras. Por ejemplo, la funcionalidad 1108 de interconexión de redes se puede configurar para restringir el enrutamiento del tráfico de comunicación mediante una política que dicte que el tráfico recibido en algunos puertos 1106 sólo se pueda comunicar a través de ciertas áreas de uno o varios edificios (por ejemplo, sólo a través de áreas "seguras" del edificio). Para hacer cumplir tal política, la funcionalidad 1108 de interconexión de redes necesita saber por dónde pasará el tráfico que sale en cada uno de sus puertos 1106. La información de capa física recibida desde el punto 353 de agregación puede usarse para hacer tales determinaciones.

En otro ejemplo, la funcionalidad 1108 de interconexión de redes está configurada para hacer cumplir una política que requiera que se usen con la misma sólo ciertos tipos de medios físicos de comunicación (por ejemplo, que requiera el uso de ciertas marcas o tipos o longitudes de cables de conexión). La información de capa física recibida desde el punto 353 de agregación puede ser utilizada por la funcionalidad 1108 de interconexión de redes para hacer cumplir tal política (por ejemplo, no reenviando datos recibidos en los puertos 1106 que tengan medios no conformes conectados a los mismos y/o generando alarmas o advertencias cuando se conecten medios no conformes a un puerto 1106). En otras palabras, la funcionalidad 1108 de interconexión de redes se puede configurar para actuar como un "guardián de bus" que haga cumplir un esquema de "codificación virtual" en el que al menos parte de la información de medios almacenada en o sobre un cable 312 de conexión se use para "codificar" el cable 312 de conexión.

Como se señaló anteriormente en relación con la figura 1, los dispositivos de interconexión de redes también pueden incluir interfaces de lectura de medios para leer información de medios almacenada en o sobre los segmentos de medios físicos que estén conectados a sus puertos y para comunicar a un punto de agregación la información de medios que leen de los segmentos de medios conectados (así como información sobre el dispositivo de interconexión de redes en sí). Por ejemplo, como se muestra en la figura 11, cada puerto 1106 tiene una interfaz 1120 de lectura de medios asociada que el procesador programable 1100 usa para leer información de medios almacenada en o sobre los segmentos de medios físicos que estén conectados a sus puertos 1106. El procesador programable 1100, en este ejemplo, comunica la información de medios que ha leído a un punto de agregación adecuado utilizando uno o más de los enlaces de comunicación que se establecen a través de uno de sus puertos 1106.

En otras implementaciones, el dispositivo 354 de interconexión de redes no incluye interfaces de lectura de medios, y la información de capa física relacionada con los medios físicos conectados a sus puertos se proporciona a un punto de agregación de otras maneras (por ejemplo, introduciendo y cargando manualmente la información).

La figura 12 ilustra otro ejemplo de cómo la información de capa física que se recoge y se agrega usando las técnicas aquí descritas puede usarse para mejorar la eficiencia de los dispositivos de interconexión de redes utilizados en una red. En el ejemplo mostrado en la figura 12, la red 1200 se implementa como una red de malla de dispositivos 1202

de Capa 2 (típicamente conmutadores ETHERNET) que conectan a modo de puentes diversos segmentos LAN ETHERNET 1204 entre sí. En tal red ETHERNET 1200, se construye un árbol de expansión mínimo y los enlaces que no forman parte del árbol de expansión se deshabilitan deshabilitando los puertos correspondientes de los conmutadores 1202. Como resultado, existe una única ruta activa entre cualesquiera dos nodos de la red 1200. También se pueden definir uno o más enlaces redundantes para proporcionar rutas de respaldo, que se pueden usar si falla un enlace en la ruta activa. El árbol de expansión se construye para evitar bucles.

En las redes ETHERNET convencionales, se utiliza un protocolo de árbol de expansión que presenta conformidad con el estándar IEEE 802.1D MAC Bridges para construir un árbol de expansión para la red. Sin embargo, el algoritmo de árbol de expansión utilizado en las redes ETHERNET convencionales es un algoritmo "distribuido", en el que el conmutador pertinente debe enterarse de qué dispositivos están conectados al mismo, intercambiar mensajes con los otros conmutadores, participar en la elección de un puente raíz y mantener una base de datos de reenvío. Además, cuando se agrega un nuevo conmutador a la red, el puente raíz debe informar a todos los conmutadores de la red sobre cualquier cambio de topología que resulte de agregar el nuevo conmutador, en cuyo caso los otros dispositivos puente deben actualizar las bases de datos de reenvío que mantienen.

Debido a que se utiliza un protocolo de árbol de expansión distribuido en las redes ETHERNET convencionales, cada conmutador debe incluir suficiente potencia de procesamiento para implementar el protocolo de árbol de expansión y para realizar búsquedas en la base de datos al tomar decisiones sobre cómo reenviar los paquetes que recibe. Además, los cambios en la topología del árbol de expansión pueden tardar una cantidad considerable de tiempo en propagarse a través de la red, lo que puede conducir a un rendimiento degradado de la red o, en algunos casos, bucles. Además, el grado en que un conmutador convencional puede aprender sobre la red es limitado, lo que también puede conducir a un rendimiento degradado de la red.

Además, cada uno de tales conmutadores convencionales utiliza típicamente puentes transparentes para reenviar paquetes utilizando la base de datos de reenvío. La base de datos de reenvío está inicialmente vacía y las entradas se agregan a la base de datos a medida que el conmutador recibe paquetes. Cuando un conmutador recibe un paquete, inspecciona la dirección MAC de origen del paquete y agrega una entrada a la base de datos de reenvío para esa dirección MAC de origen (si aún no existe una) que asocia esa dirección MAC con el puerto en el que se ha recibido el paquete. El conmutador también inspecciona la dirección MAC de destino del paquete y busca una entrada en la base de datos de reenvío para esa dirección MAC de destino. Si no se encuentra una entrada en la base de datos de reenvío para esa dirección MAC de destino, se inundan con el paquete todos los demás puertos del conmutador. En el futuro, cuando el conmutador reciba un paquete del dispositivo que tiene esa dirección MAC como su dirección MAC de origen, el conmutador agregará una entrada a su base de datos de reenvío que asocie esa dirección MAC con el puerto en el que se haya recibido el paquete. De esta manera, el conmutador puede construir una base de datos de reenvío a lo largo del tiempo. La base de datos de reenvío debe actualizarse a medida que cambie la topología de la red (por ejemplo, debido a que se mueva o se quite un cable de conexión, fallo de enlaces, la adición o eliminación de un conmutador o el movimiento de un dispositivo de usuario final).

Debido a que la base de datos de reenvío se mantiene por separado en cada conmutador en una red ETHERNET convencional, cada uno de tales conmutadores debe tener suficiente potencia de procesamiento para realizar tal procesamiento. Además, cuando se producen cambios en la topología de la red, el rendimiento de la red puede degradarse, ya que los conmutadores inundan la red para conocer la nueva topología de la red.

En el ejemplo mostrado en la figura 12, se implementa en la red 1200 una funcionalidad 1206 de puente centralizado para mitigar algunos de los problemas mencionados anteriormente. La funcionalidad 1206 de puente centralizado interactúa con los uno o más puntos 1208 de agregación que agregan información de capa física para la red 1200. En el ejemplo concreto mostrado en la figura 12, la funcionalidad 1206 de puente central se implementa en un NMS 1210. El punto 1208 de agregación recopila las direcciones MAC de los dispositivos finales 1212 que están en la red 1200, así como información sobre los conmutadores 1202.

En el ejemplo mostrado en la figura 12, para algunos de los dispositivos finales 1212, la información de medios para cada segmento de medios físicos que conecta cada uno de tales dispositivos finales 1212 a un conmutador 1202 se lee y se comunica automáticamente a un punto 1208 de agregación. Es decir, los dispositivos finales 1212 incluyen un *software* de controlador y de interfaces de lectura de medios apropiado para leer información de medios almacenada en un cable ETHERNET conectado a ese dispositivo final 1212 y proporcionar la información de medios para el cable ETHERNET, así como la dirección MAC para el dispositivo final 1212 y su dirección IP actual, a un punto 1208 de agregación. Si el dispositivo final 1212 está conectado a un conmutador 1202 a través de uno o más dispositivos intermediarios (como una toma de pared y uno o más paneles de conexiones), cada uno de tales dispositivos intermediarios incluiría una funcionalidad de interfaz de lectura de medios adecuada para leer la información de medios y proporcionar ésta al punto 1208 de agregación. De esta manera, el punto 1208 de agregación podría asociar la dirección MAC de cada uno de tales dispositivos finales 1212 con un puerto del conmutador 1202.

Además, en el ejemplo mostrado en la figura 12, para algunos de los dispositivos finales 1212, la información de medios para al menos un segmento de medios físicos de comunicación que conecta cada uno de tales dispositivos finales 1212 a un conmutador 1202 no se lee y se comunica automáticamente a un punto 1208 de agregación. Para estos dispositivos finales 1212, la información de capa física para cada segmento de medios físicos de comunicación

que conecta los dispositivos finales 1212 a puertos del conmutador 1202 y las direcciones MAC para los dispositivos finales 1212 se pueden introducir y cargar manualmente en el punto 1208 de agregación (como se describió anteriormente). Como alternativa, la funcionalidad 1206 de puente central y/o el punto 1208 de agregación pueden obtener tal información de otras maneras. Por ejemplo, las asociaciones entre las direcciones MAC de los dispositivos finales 1212 y los puertos del conmutador 1202 se pueden aprender del NMS 1210.

La funcionalidad 1206 de puente central usa la información de capa física y la información de dirección MAC que ha recibido para asociar la dirección MAC para cada dispositivo final 1212 con el puerto del conmutador 1202 concreto al que está conectado el dispositivo final 1212. Luego, la funcionalidad 1206 de puente central determina un árbol de expansión mínimo para la red 1200 usando esa información y determina un estado STP correspondiente (típicamente, "bloqueo", "reenvío" o "deshabilitado") para cada puerto de cada conmutador 1202. La funcionalidad 1206 de puente central determina entonces cómo se debe configurar la base de datos de reenvío para cada uno de los conmutadores 1202 en función del árbol de expansión y la información de dirección MAC que la funcionalidad 1206 de puente central tiene. La información de estado de puerto y la información de base de datos de reenvío se comunican entonces a cada uno de los conmutadores 1202.

Cada uno de los conmutadores 1202 incluye una funcionalidad 1214 de puente correspondiente para recibir la información de estado de puerto y la información de base de datos de reenvío desde la funcionalidad 1206 de puente central. La funcionalidad 1214 de puente de cada conmutador 1202 configura el conmutador 1202 para que cada puerto esté en el estado STP concreto especificado por la funcionalidad 1206 de puente central para el mismo. Además, la funcionalidad 1214 de puente de cada conmutador 1202 usa la información de base de datos de reenvío que recibe de la funcionalidad 1206 de puente central para configurar su base de datos 1216 de reenvío.

Cuando se produzcan cambios en la red 1200, el punto 1208 de agregación (y/o la otra fuente de información de dirección MAC como el NMS 1210) verá los cambios y proporcionará información actualizada a la funcionalidad 1206 de puente central. La funcionalidad 1206 de puente central puede modificar la topología del árbol de expansión, si es necesario, y determinar qué cambios deben realizarse (si debe realizarse alguno) en los estados de puerto de cada conmutador y las bases de datos 1216 de reenvío en respuesta a los cambios en la red 1200.

Haciendo que la funcionalidad 1206 de puente central determine el árbol de expansión para la red 1200 y configure las bases de datos 1216 de reenvío en los conmutadores 1202, los conmutadores 1202 no necesitan realizar tal procesamiento y, en cambio, los recursos del conmutador 1202 pueden dedicarse a reenviar paquetes. Además, la funcionalidad 1206 de puente central puede enterarse directamente por el punto 1208 de agregación de los cambios en la red 1200 y responder rápidamente a tales cambios y comunicar cualquier cambio necesario a los conmutadores 1202. Todo esto debería mejorar el rendimiento de la red 1200. Además, la funcionalidad 1206 de puente central, debido a que tiene acceso a más información sobre la red 1200, puede crear de manera más efectiva el árbol de expansión (por ejemplo, ensamblando el árbol de expansión en función del tipo, el número, la ubicación, la longitud, etc. de los medios físicos de comunicación utilizados para implementar los diversos enlaces lógicos de comunicación en la red 1200).

La figura 13 ilustra una realización alternativa de un sistema 300' que incluye una funcionalidad de información de capa física, así como una funcionalidad de gestión de capa física. El sistema 300' es similar al sistema 300 de la figura 3 excepto como se describe posteriormente. Los elementos del sistema 300' que son iguales que los elementos correspondientes del sistema 300 están indicados en la figura 13 usando los mismos números de referencia, y la descripción de tales elementos no se repite posteriormente en relación con la figura 13.

La principal diferencia entre el sistema 300 de la figura 3 y el sistema 300' de la figura 13 es que, en el sistema 300' de la figura 13, la unidad de procesador maestro y la unidad de procesador esclavo están combinadas en una sola unidad combinada 330/318 de procesador maestro/esclavo que está incluida en cada panel 302' de conexiones. Es decir, cada panel 302' de conexiones incluye la funcionalidad de unidad 330 de procesador maestro que se muestra en la figura 6 (por ejemplo, cada panel 302' de patente incluye el procesador maestro 332 y la interfaz ETHERNET 340). Además, cada panel 302' de conexiones se comunica directamente con un punto 353 de agregación apropiado. Como resultado, no se necesita un panel de fondo para la comunicación entre la funcionalidad de unidad de procesador maestro y la funcionalidad de unidad de procesador esclavo.

Las figuras 14-16 ilustran otra realización alternativa más de un sistema 300'' que incluye una funcionalidad de información de capa física, así como una funcionalidad de gestión de capa física. El sistema 300'' es similar al sistema 300 de la figura 3 excepto como se describe posteriormente. Los elementos del sistema 300'' que son iguales que los elementos correspondientes del sistema 300 están indicados en las figuras 14-16 usando los mismos números de referencia, y la descripción de tales elementos no se repite posteriormente en relación con las figuras 14-16.

La principal diferencia entre el sistema 300 de la figura 3 y el sistema 300'' de las figuras 14-16 es que los paneles 302'' de conexiones y la MPU 330'' se comunican a través de un bus principal 328 utilizando protocolos especificados en el estándar 802.14.5 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE (por sus siglas en inglés)). Aunque los protocolos IEEE 802.14.5 se usan típicamente para comunicaciones inalámbricas, en la realización mostrada en las figuras 14-16, los paneles 302'' de conexiones y la MPU 330'' usan los protocolos IEEE 802.14.5 para comunicarse a través de uno o más cables coaxiales CATV.

En tal realización, el bus principal 328 se implementa físicamente usando uno o más cables coaxiales, donde las comunicaciones de datos se comunican a lo largo de los cables coaxiales en una banda de radiofrecuencia adecuada y donde la MPU 330" suministra alimentación de CC a través de los cables coaxiales para su uso por parte de los componentes activos de cada panel 302" de conexiones. El módulo 318" de procesador esclavo de cada panel 302" de conexiones incluye una interfaz 326 de bus adecuada (mostrada en la figura 15) para acoplar el procesador esclavo 320 al módulo 330" de procesador maestro, y la unidad 330" de procesador maestro incluye una interfaz 338 de bus adecuada (mostrada en la figura 16).

En tal realización, el *software* 322 de panel de conexiones y las interfaces 326 de bus principal de cada panel" 302 de conexiones y el *software* 334 de MPU y la interfaz 338 de bus principal de la MPU 330" comprenden una funcionalidad adecuada para habilitar el procesador programable 320 en cada panel 302" de conexiones y el procesador programable 332 en la MPU 330" para enviar y recibir datos utilizando el protocolo IEEE 802.14.5, así como conectores (como unos conectores "F") para conectar cada panel 302" de conexiones y la MPU 330" a los cables coaxiales utilizados para implementar el bus principal 328 (a través de, por ejemplo, una derivación o un divisor). El esquema de direccionamiento de los protocolos IEEE 802.14.5 soporta hasta 127 paneles de conexiones (soportando cada panel 302" de conexiones hasta 48 puertos, para un total de 6.096 puertos) y una MPU 330". Los protocolos IEEE 802.14.5 están diseñados para aplicaciones de baja potencia, lo que es especialmente adecuado para su uso en la realización mostrada en las figuras 14-16.

Además, en la realización mostrada en la figura 14-16, se suministra energía a cada panel 302" de conexiones (más específicamente, a los componentes activos de cada panel 302" de conexiones) a través del bus principal 328. La PSU 344 de la MPU 330" convierte la energía externa recibida de la fuente externa 346 de alimentación en energía adecuada para su uso por parte de los componentes de la MPU 330" y para el suministro a los paneles 302" de conexiones.

La figura 17 es un diagrama de bloques de una realización de una toma 1700 de pared que incluye una funcionalidad para obtener información de capa física. La realización de una toma 1700 de pared mostrada en la figura 17 se describe aquí como implementada para su uso con el sistema 100 de la figura 1, aunque otras realizaciones pueden implementarse de otras maneras.

La toma 1700 de pared está configurada para instalarla en o sobre una pared o estructura similar. La toma 1700 de pared incluye un conjunto de puertos 1702 similares a los puertos descritos anteriormente en relación con las figuras 1-16. Los puertos 1702 también se denominan aquí puertos "descendentes" 1702. En general, cada puerto descendente 1702 incluye un conector delantero respectivo (u otro punto de conexión) al que se puede conectar un cable conectorizado (u otro segmento de medios físicos). Un ejemplo de tal cable conectorizado es un cable de par trenzado con clavijas RJ-45 en cada extremo. Cada puerto descendente 1702 también incluye un punto trasero de conexión que está conectado a un puerto correspondiente de un conmutador 1708. El conmutador 1708 se usa para acoplar de manera comunicativa cada uno de los puertos descendentes 1702 a un panel de conexiones (no mostrado en la figura 17) a través de un único cable, que está conectado a la toma 1700 de pared a través de un puerto ascendente 1712. En una implementación de tal realización, el puerto ascendente 1712 está configurado para usarse con un cable no conectorizado. Típicamente, este cable se conduce a través de un edificio (por ejemplo, sobre, debajo, alrededor y/o a través de paredes, techos, pisos y similares) y típicamente no se mueve con facilidad ni de manera frecuente.

El conmutador 1708 incluye una función 1710 de conmutación que conmuta paquetes de datos entre los puertos descendentes 1702 y el puerto ascendente 1712. La función 1710 de conmutación se implementa, por ejemplo, en *software*, *hardware* o combinaciones de los mismos.

Los puertos descendentes 1702 de la toma 1700 de pared están configurados para usarse con cables conectorizados que tengan información de medios almacenada en o sobre los mismos (por ejemplo, como se describe anteriormente en relación con las figuras 1-16). La toma 1700 de pared incluye una interfaz 1704 de lectura de medios para cada puerto descendente 1702. En esta realización, las interfaces 1704 de lectura de medios se implementan de la misma manera que las interfaces de lectura de medios descritas anteriormente en relación con las figuras 1-16. Cada interfaz 1704 de lectura de medios se usa para leer la información de medios almacenada en o sobre el cable conectorizado insertado en el puerto descendente 1702 correspondiente. La información de medios que se lee de los cables conectorizados insertados en los puertos descendentes 1702 se comunica desde las interfaces 1704 de lectura de medios a un procesador programable 1706. En la realización mostrada en la figura 17, el procesador programable 1706 es parte del conmutador 1708.

El procesador programable 1706 ejecuta un *software* que es similar al *software* ejecutado por los procesadores programables descritos anteriormente en relación con las figuras 1-16 (incluyendo, por ejemplo, un servidor web u otro *software* que permita a un usuario interactuar con el procesador 1706). La principal diferencia es que el procesador programable 1706, en la realización mostrada en la figura 17, se comunica con un punto de agregación adecuado utilizando el enlace lógico de comunicación que se proporciona utilizando el puerto ascendente 1712. La toma 1700 de pared se puede usar para recoger, y comunicar a un punto de agregación adecuado, información de capa física relacionada con la toma 1700 de pared misma, los cables conectorizados insertados en los puertos descendentes 1702, y el cable no conectorizado conectado al puerto ascendente 1712.

Como se señaló anteriormente, las técnicas descritas aquí para leer información de medios almacenada en o sobre un segmento de medios físicos de comunicación se pueden usar en uno o más nodos finales de la red. Por ejemplo, los ordenadores (como ordenadores portátiles, servidores, ordenadores de sobremesa o dispositivos informáticos especializados, como teléfonos IP, dispositivos multimedia IP y dispositivos de almacenamiento) se pueden configurar para leer información de medios almacenada en o sobre los segmentos de medios físicos de comunicación que están conectados a sus puertos y para comunicar la información de medios que leen de los segmentos de medios conectados (así como información sobre el dispositivo mismo) a un punto de agregación. La figura 18 es una realización de un ordenador 1800 de este tipo. El ordenador 1800 incluye una tarjeta 1802 de interfaz de red (NIC (por sus siglas en inglés)) que se usa para conectar el ordenador 1800 a una red IP (por ejemplo, una red de área local ETHERNET). La NIC 1802 incluye un puerto 1804 que se utiliza para conectar físicamente un cable adecuado (por ejemplo, un cable CAT-5/6/7) a la NIC 1802. La NIC 1804 también incluye una funcionalidad estándar 1806 de NIC para comunicarse a través de la red IP (por ejemplo, un dispositivo de capa física (PHY) y un dispositivo de control de acceso a medios (MAC) adecuados). La NIC 1802 permite que uno o más procesadores 1808 (y el *software* 1810 que se ejecuta en los mismos) incluidos en el ordenador 1800 se comuniquen con la red IP. En esta realización, la NIC 1802 incluye una interfaz 1812 de lectura de medios que los uno o más procesadores 1808 usan para leer información de medios almacenada en o sobre el cable que está conectado al ordenador 1800. La información de medios que se lee del cable, así como información sobre la NIC 1802 y el ordenador 1800 (por ejemplo, cualquier dirección MAC o dirección IP asignada) se puede comunicar a un punto de agregación adecuado como se describió anteriormente. En una implementación de tal realización, un controlador 1814 de *software* de NIC usado con la NIC 1802 incluye una funcionalidad 1816 de información de capa física (PLI) que hace que el procesador 1808 lea y comunique tal información de capa física. La NIC 1802 y la MRI 1812 se acoplan al procesador 1808 utilizando un bus adecuado u otra interconexión (no mostrada). De esta manera, la información sobre el ordenador 1800 puede obtenerse y usarse automáticamente en las diversas aplicaciones descritas.

La funcionalidad para leer información de medios almacenada en o sobre medios físicos de comunicación puede integrarse en uno o más de los circuitos integrados (u otros circuitos o dispositivos) que se comunican a través de los medios de comunicación. Por ejemplo, la funcionalidad para leer tal información de medios se puede integrar en un dispositivo de capa física ETHERNET utilizado en un conmutador. Un ejemplo de este tipo se muestra en la figura 19.

La figura 19 es un diagrama de bloques de una realización ejemplar de un conmutador ETHERNET 1900 que usa un dispositivo 1902 de capa física (PHY) que incluye una funcionalidad integrada para leer información de medios. En la realización ejemplar concreta mostrada en la figura 19, el PHY 1902 está en un PHY ETHERNET octal que incluye una funcionalidad de capa física ETHERNET para ocho puertos ETHERNET (aunque debe entenderse que las técnicas aquí descritas en relación con la figura 19 se pueden usar con dispositivos de capa física que tengan un número diferente de puertos). En esta realización, ocho conectores hembra RJ-45 1904 están acoplados al PHY 1902. Cada uno de los conectores hembra RJ-45 1904 está configurado para recibir una clavija RJ-45 conectada a un cable de par trenzado CAT-5, 6 o 7. Para cada conector hembra RJ-45 1904, los conductores de transmisión (TX+ y TX-) y los conductores de recepción (RX+ y RX-) de ese conector hembra RJ-45 1904 están acoplados a los pines de transmisión (TX+ y TX-) y a los pines de recepción (RX+ y RX-), respectivamente, del PHY 1902 utilizando transformadores de aislamiento apropiados (no mostrados) que están integrados en el conector hembra 1904 mismo o que son externos a éste.

El PHY 1902 incluye las subcapas físicas ETHERNET requeridas, incluyendo una subcapa 1908 Física Dependiente del Medio (PMD (por sus siglas en inglés)) (que incluye un transceptor apropiado para los medios físicos de comunicación que se usan con el conmutador 1900), una subcapa 1910 Física de Conexión al Medio (PMA (por sus siglas en inglés)) (que realiza tramas PMA, sincronización/detección de octetos y aleatorización/desaleatorización), y una Subcapa 1912 Física de Codificación (PCS (por sus siglas en inglés)) (que realiza una negociación automática y una codificación/decodificación). El PHY 1902 también incluye una interfaz 1914 Independiente del Medio (MII (por sus siglas en inglés)) apropiada (por ejemplo, una Interfaz Independiente del Medio, una Interfaz Independiente de los Medios Reducida (RMII (por sus siglas en inglés)), una Interfaz Independiente de los Medios Gigabit (GMII (por sus siglas en inglés)) y/o una Interfaz Independiente de los Medios en Serie (SMII (por sus siglas en inglés))) para conectar el PHY 1902 a un dispositivo de control de acceso a medios (MAC) ETHERNET 1916. Como se indicó anteriormente, en la realización ejemplar concreta mostrada en la figura 19, el PHY 1902 está diseñado para usarse en un conmutador ETHERNET 1900 y, como resultado, el MAC 1916 es un dispositivo MAC de conmutador que incluye una funcionalidad adecuada para implementar un conmutador ETHERNET.

El PHY 1902 incluye típicamente también otra funcionalidad de capa física ETHERNET estándar. Por ejemplo, el PHY 1902 incluye una funcionalidad 1920 de gestión para controlar y gestionar el PHY 1902 y una interfaz de entrada/salida de datos de gestión (MDIO (por sus siglas en inglés)) para comunicar información de gestión entre el PHY 1902 y el MAC 1916. Otra funcionalidad física ETHERNET estándar incluye una funcionalidad de Cruce de Interfaz Dependiente del Medio (MDIX (por sus siglas en inglés)) y una funcionalidad de reloj (ninguna de las cuales se muestra en la figura 19).

En la realización ejemplar mostrada en la figura 19, cada conector hembra RJ-45 1904 incluye una interfaz 1906 de lectura de medios que se puede usar para determinar si está insertada una clavija RJ-45 en ese conector hembra RJ-45 1904 y, si lo está, para leer la información de medios almacenada en una EEPROM conectada a la clavija RJ-45 (si hay una). Las configuraciones de ejemplo de tal interfaz 1906 de medios y una clavija RJ-45 adecuada se han descrito anteriormente y en la Solicitud '395, la Solicitud '208 y la Solicitud '964.

En esta realización, se usa una interfaz 1906 de lectura de medios de cuatro líneas. Una línea se usa para comunicar datos (usando un protocolo de datos en serie), una línea se usa para alimentación y una línea se usa para conexión a tierra. En esta realización concreta, también se proporciona una cuarta línea para posibles futuros usos o actualizaciones.

- 5 El PHY 1902 incluye pines apropiados (u otras entradas) para conectarse a cada una de las ocho interfaces 1906 de lectura de medios. El PHY 1902 también incluye una funcionalidad 1918 de información de capa física (PLI) que está acoplada a las ocho interfaces 1906 de lectura de medios.

10 En la realización ejemplar concreta mostrada en la figura 19, la funcionalidad 1918 de PLI está configurada para proporcionar las señales de alimentación y tierra en las líneas de alimentación y tierra de cada una de las interfaces 1906 de lectura de medios. Por ejemplo, la funcionalidad 1918 de PLI, en una implementación, está conectada a la entrada de alimentación principal del PHY 1902 para proporcionar una señal de alimentación adecuada en las líneas de alimentación de cada una de las interfaces 1906 de lectura de medios. Además, la funcionalidad 1918 de PLI está conectada a la entrada de tierra principal del PHY 1902 para proporcionar una conexión a tierra para cada una de las líneas de tierra de las interfaces 1906 de lectura de medios.

15 En la realización ejemplar concreta mostrada en la figura 19, la funcionalidad 1918 de PLI está configurada para monitorizar las ocho interfaces 1906 de lectura de medios y determinar cuándo se ha insertado una clavija RJ-45 en cada uno de los conectores hembra RJ-45 1904. Esto se puede hacer usando los esquemas descritos en la Solicitud '395, la Solicitud '208 y la Solicitud '964. El dispositivo PHY 1902 incluye uno o más registros 1922 (también denominados aquí "registros de PLI" 1922) en los que la funcionalidad 1918 de PLI almacena información relacionada con la PLI. Un byte del registro 1922 de PLI (también denominado aquí "byte de estado") se utiliza para almacenar información sobre el estado de cada uno de los ocho conectores hembra 1904, donde cada bit del byte de estado representa el estado de un conector hembra respectivo de los conectores hembra 1904. Cuando el estado de un conector hembra 1904 concreto cambia (es decir, cuando se inserta una clavija en un conector hembra 1904 previamente vacío o se retira una clavija de un conector hembra 1904), la funcionalidad 1918 de PLI puede detectar tal cambio y cambiar el estado del bit correspondiente en el byte de estado almacenado en los registros 1922 de PLI.

20 La funcionalidad 1918 de PLI del dispositivo PHY 1902 también está configurada para, cuando se le ordene, leer la información de medios almacenada en una EEPROM (si hay una) conectada a una clavija RJ-45 insertada en un conector hembra 1904. Los datos leídos de la EEPROM se almacenan en los registros 1922 de PLI del dispositivo PHY 1902. Además, la funcionalidad 1918 de PLI está configurada para, cuando se le ordene, escribir datos almacenados en los registros 1922 de PLI en una EEPROM conectada a una clavija RJ-45 insertada en un conector hembra 1904.

25 En la realización ejemplar concreta mostrada en la figura 19, un procesador anfitrión 1930 está acoplado al dispositivo MAC 1916 a través de una interfaz de anfitrión apropiada. El procesador anfitrión 1930 ejecuta un *software* 1932 (también denominado aquí "*software* de anfitrión"). El *software* 1932 de anfitrión comprende instrucciones de programa que se almacenan (o se incorporan de otro modo) en uno o varios medios de almacenamiento apropiados, desde los cuales el procesador anfitrión 1930 lee al menos una parte de las instrucciones de programa para ejecutarlas.

30 En esta realización ejemplar, el procesador anfitrión 1930 incluye una pila TCP/IP 1934 y un *software* 1936 de gestión que implementa diversas funciones relacionadas con la gestión y la configuración (por ejemplo, un agente del Protocolo Simple de Administración de Red (SNMP) y un servidor web y/o TELNET mediante los cuales un usuario pueda interactuar con el *software* 1936 de gestión que se ejecuta en el conmutador 1900).

35 En la realización ejemplar mostrada en la figura 19, el *software* 1932 de anfitrión también incluye un *software* 1938 de PLI que está configurado para comunicar información de capa física asociada con el conmutador 1900 y los cables conectados al mismo a un punto de agregación a través de la red a la que está conectado el conmutador 1900. En una implementación del conmutador 1900, el *software* 1938 de PLI implementa los protocolos descritos anteriormente para participar en el proceso de descubrimiento soportado por el punto de agregación y enviar PLI al punto de agregación. Además, en otras implementaciones, el *software* 1938 de PLI interactúa con un punto de agregación utilizando únicamente la API (u otra tecnología de interfaz externa) que el punto de agregación proporciona para la funcionalidad de capa de aplicación para interactuar con el mismo. En otras implementaciones más, el *software* 1938 DE PLI interactúa con el punto de agregación a través de un NMS u otro dispositivo o sistema intermediario (por ejemplo, utilizando un protocolo soportado por el NMS, como SNMP).

40 El *software* 1938 de PLI que se ejecuta en el procesador anfitrión 1930 lee periódicamente el byte de estado almacenado en los registros 1922 de PLI en el PHY 1902 ordenando al dispositivo MAC 1916 (a través de la interfaz de anfitrión entre el procesador anfitrión 1930 y el dispositivo MAC 1916) que lea el contenido del byte de estado (a través de la interfaz MDIO entre el dispositivo MAC 1916 y el dispositivo PHY 1902).

45 Cuando se inserte una clavija RJ-45 en un conector hembra 1904, el *software* 1938 de PLI que se ejecuta en el procesador anfitrión 1930 se enterará de ese hecho cuando lea el byte de estado almacenado en los registros 1922 de PLI del dispositivo PHY 1902. Luego, el *software* 1938 de PLI hace (a través de la interfaz de anfitrión entre el procesador anfitrión 1930 y el dispositivo MAC 1916) que el dispositivo MAC 1916 ordene (a través de la interfaz MDIO

entre el dispositivo MAC 1916 y el dispositivo PHY 1902) a la funcionalidad 1918 de PLI del dispositivo PHY 1902 que lee la información de medios almacenada en la EEPROM (si la hay) conectada a la clavija RJ-45 recién insertada. La funcionalidad 1918 de PLI del dispositivo PHY 1902 almacena la información de medios que lee de la EEPROM en los registros 1922 de PLI. Una completada esta operación, el *software* 1938 de PLI puede obtener esa información de medios haciendo (a través de la interfaz de anfitrión entre el procesador anfitrión 1930 y el dispositivo MAC 1916) que el dispositivo MAC 1916 lea (a través de la interfaz MDIO entre el dispositivo MAC 1916 y el dispositivo PHY 1902) los registros 1922 de PLI correspondientes en el dispositivo PHY 1902. La información de medios leída por el dispositivo MAC 1916 se proporciona luego al *software* 1938 de PLI a través de la interfaz de anfitrión. El *software* 1938 de PLI puede entonces comunicar esa información a un punto de agregación como se describió anteriormente.

Además de comunicar PLI sobre el conmutador 1900 y cualesquiera cables conectados a los conectores hembra 1904 del conmutador 1900, el conmutador 1900 también puede implementar una o más de las características de interconexión de redes descritas anteriormente en relación con las figuras 11-12.

En la figura 20 se muestra otro ejemplo de un dispositivo de capa física ETHERNET que tiene una funcionalidad integrada para leer información de medios almacenada en o sobre medios físicos de comunicación. La figura 20 es un diagrama de bloques de una realización ejemplar de un ordenador 2000 que usa un dispositivo 2002 de capa física (PHY) que incluye una funcionalidad integrada para leer información de medios. La funcionalidad para leer la información de medios almacenada en o sobre cables CAT 5, 6 o 7 está integrada en el PHY 2002 de la misma manera que se ha descrito anteriormente en relación con la figura 19. En consecuencia, los elementos del ordenador 2000 que son sustancialmente similares a los elementos correspondientes descritos anteriormente en relación con la figura 19 están indicados en la figura 20 usando las mismas etiquetas de texto que las usadas en la figura 19 y números de referencia con los mismos dos últimos dígitos que los utilizados en la figura 19.

Una diferencia entre el PHY 2002 de la figura 20 y el PHY 1902 de la figura 19 es el número de puertos ETHERNET soportados. El PHY 2002 de la figura 20 soporta un solo puerto ETHERNET. Además, el dispositivo MAC 2016 de la figura 20 es un dispositivo MAC adecuado para su uso en un dispositivo de nodo final, como un ordenador 2000. Del mismo modo, el *software* 2032 que se ejecuta en el procesador anfitrión 2030 es un *software* que es ejecutado típicamente por un ordenador 2000 de usuario final.

Aunque las figuras 19 y 20 ilustran ejemplos concretos de cómo la funcionalidad para leer información de medios almacenada en o sobre un medio físico de comunicación puede integrarse en uno o más de los circuitos integrados (u otros circuitos o dispositivos) que se comunican a través de los medios de comunicación, debe entenderse que tal funcionalidad de lectura de medios se puede integrar de otras maneras.

En otras realizaciones, la información de medios se almacena en o sobre cables u otros medios físicos de comunicación no conectorizados. Por ejemplo, en una de tales realizaciones, los dispositivos de almacenamiento están conectados cerca de cada extremo del cable no conectorizado, de modo que cuando cada extremo del cable está conectado a un punto de conexión respectivo, una interfaz para un dispositivo de almacenamiento respectivo de los dispositivos de almacenamiento está acoplada a una interfaz de lectura de medios correspondiente ubicada en o cerca del punto de conexión para que la información almacenada en el dispositivo de almacenamiento se pueda leer del dispositivo de almacenamiento de una manera similar a la descrita anteriormente. Tales realizaciones pueden incluir conexiones de perforaciones para conectar cables de par trenzado de cobre a los lados traseros de los conectores hembra RJ o a los bloques tipo Krone que incluyen Conectores por Desplazamiento del Aislante (IDC (por sus siglas en inglés)).

La figura 21 es un diagrama de una realización de una cubierta 2100 que se puede colocar alrededor de una clavija RJ-45 para sujetar un dispositivo de almacenamiento a la clavija RJ-45. La cubierta 2100 está formada como un circuito flexible moldeado 2102, que tiene dos paredes laterales 2104 y una pared superior 2106. El circuito flexible 2102 está formado por una o más películas flexibles (por ejemplo, una o más películas de polímero) y está configurado para quedar bien ajustado alrededor de una clavija RJ-45 para que la cubierta 2100, una vez colocada alrededor de la clavija, permanezca firmemente sujeta a la clavija RJ-45.

En la realización mostrada en la figura 21, un dispositivo 2108 de almacenamiento (por ejemplo, una EEPROM u otro dispositivo de memoria no volátil) está montado en la superficie exterior de la pared superior 2106 del circuito flexible moldeado 2102. La interfaz del dispositivo de almacenamiento para el acoplamiento con una interfaz de lectura de medios comprende un conjunto de cables conductores 2110 que están conformados en la superficie exterior de la pared superior 2106 y se extienden hacia abajo por la superficie exterior de ambas paredes laterales 2104. Al menos una parte de los cables 2110 están expuestos (es decir, no tienen un aislante conformado sobre los mismos) para que los contactos correspondientes de una interfaz de lectura de medios puedan entrar en contacto con los cables 2110 cuando la clavija alrededor del cual está sujeta la cubierta 2100 se inserte en un puerto. En tal realización, los contactos de la interfaz de lectura de medios se pueden cargar por resorte para presionarlos contra los cables 2110 con el fin de formar un buen contacto eléctrico. La interfaz de lectura de medios se puede usar entonces para leer la información almacenada en el dispositivo 2108 de almacenamiento de la manera descrita anteriormente.

Además, en esta realización, está montado en la superficie exterior de la pared superior 2106 un emisor 2112 de infrarrojos. El emisor 2112 de infrarrojos está configurado para emitir una señal de infrarrojos en la que está codificada

al menos una parte de la información almacenada en el dispositivo 2108 de almacenamiento. En una implementación, el emisor 2112 de infrarrojos está configurado para emitir esta señal de infrarrojos con la información codificada en la misma cada vez que se lee el dispositivo 2108 de almacenamiento usando la interfaz de lectura de medios. La cubierta 2100 está configurada para que un técnico pueda colocar un detector de infrarrojos cerca del emisor 2112 de infrarrojos para recibir la señal de infrarrojos que se emite. El detector de infrarrojos se puede acoplar, por ejemplo, a una unidad portátil que decodifique la señal de infrarrojos recibida y visualice la información codificada en la señal de infrarrojos. De esta manera, un técnico puede ver la información que está almacenada en el dispositivo 2108 de almacenamiento sin necesidad de retirar la clavija RJ-45 de un puerto. Esta realización se puede adaptar para otros tipos de conectores, incluidos los conectores de fibra óptica.

La información PLI que se recoge, se mantiene y se pone a disposición utilizando las técnicas aquí descritas se puede utilizar para muchos tipos diferentes de aplicaciones. Por ejemplo, la información PLI se puede usar para gestionar la cantidad de holgura asociada con cada segmento de medios en el sistema. Cuando se necesita instalar un nuevo cable de conexión (u otro segmento de medios) en la red, la información de capa física que se ha recogido se puede usar para determinar una longitud precisa y apropiada para el cable de conexión según la PLI y las políticas de gestión de holgura concretas que utilice la empresa o el operador. Además, tal PLI se puede usar para ayudar con aplicaciones de seguridad pública (por ejemplo, para ayudar a localizar dispositivos que se usen en un sistema de telefonía de Protocolo de Transmisión de Voz por Internet (VOIP (por sus siglas en inglés))).

Entre los ejemplos de cómo se puede usar tal información de capa física se incluyen los siguientes. Por ejemplo, un NMS (u otra interfaz de usuario asociada con el punto 120 de agregación o cualquier conjunto 102 de conector como el panel 302 o 302' de conexiones), cuando se visualiza información sobre un segmento de medios físicos concreto, se puede configurar también para que envíe automáticamente al usuario a un sitio web a través del cual el usuario pueda pedir un repuesto para ese segmento de medios concreto. Por ejemplo, una interfaz de usuario basada en navegador web puede configurarse para visualizar un botón (u otro elemento de interfaz de usuario) en el que un usuario pueda hacer clic para abrir automáticamente un sitio web a través del cual se pueda pedir un segmento de repuesto. Se puede incluir una funcionalidad similar en las interfaces de usuario visualizadas por los puntos 120 de agregación y los conjuntos 104 de conector (por ejemplo, por los servidores web que se ejecutan en los puntos 102 de agregación y los conjuntos 104 de conector (por ejemplo, paneles 302 o 302' de conexiones)).

En otro ejemplo, cuando se retire un lote concreto de segmentos de medios físicos de comunicación (por ejemplo, debido a problemas de seguridad o rendimiento), la información de capa física obtenida de la manera aquí descrita puede usarse para determinar si y dónde están implementados en la red cualesquiera de los segmentos de medios físicos retirados. Esta información se puede usar para determinar si se debe reemplazar el segmento y/o se puede usar para reemplazar realmente el segmento.

En otro ejemplo, la información de capa física aquí descrita se usa para la detección de intrusos. Por ejemplo, para recursos seguros concretos en una red (por ejemplo, un servidor o servicio concreto), se puede establecer una política de seguridad que especifique que a los recursos seguros sólo deberían acceder ordenadores específicos que estén conectados al recurso seguro utilizando puertos concretos de dispositivos de interconexión de redes u otros conjuntos de conector concretos y segmentos concretos de medios físicos de comunicación. Si alguien intenta acceder a los recursos seguros de una manera no conforme con la política de seguridad, no se le otorga acceso a los recursos seguros. Por ejemplo, si un intruso fuese capaz de falsificar la identidad de un ordenador autorizado, pero accediese al recurso seguro utilizando un enlace lógico de comunicación no autorizado, seguiría negándose al intruso el acceso al recurso seguro a menos que el intruso sea capaz de falsificar las identidades de todos de los demás elementos identificados en la política (por ejemplo, las identidades de todos los medios físicos de comunicación que implementan el enlace lógico de comunicación entre el ordenador y el recurso seguro).

En otro ejemplo, el punto de agregación recibe y almacena información sobre ciertas condiciones que existen en diversas ubicaciones en las que están implementados los medios físicos de comunicación. Por ejemplo, el punto de agregación se puede configurar para recibir y almacenar información exclusiva de cada ubicación (como requisitos locales relacionados con el uso de baterías de reserva, condiciones ambientales obtenidas de sensores externos y sistemas externos (como sensores externos de temperatura, sistemas HVAC o servidores informáticos que proporcionen información relacionada con las condiciones meteorológicas)). Las decisiones de enrutamiento dentro de la red se pueden tomar, al menos en parte, en función de tales condiciones únicas locales.

En otro ejemplo, un técnico cerca de un panel 302 de conexiones en particular puede querer cambiar un cable de conexión concreto (por ejemplo, porque una inspección visual del cable de conexión haya identificado algún problema potencial con el cable de conexión). Se enrutaría a un punto de agregación o un NMS una petición de autorización para desconectar el cable de conexión del puerto 304 asociado. El punto de agregación o NMS enviaría mensajes a uno o más dispositivos 354 de interconexión de redes pertinentes indicando que un cable de conexión utilizado para implementar un enlace lógico de comunicación concreto se va a desconectar en un futuro próximo. Los dispositivos 354 de interconexión de redes, en respuesta a tal señal, enrutarían ciertas clases de tráfico (por ejemplo, tráfico en tiempo real tal como telefonía o tráfico multimedia) afuera de ese enlace lógico de comunicación. Además, los dispositivos 354 de interconexión de redes pueden configurarse para comunicar una señal de "vía libre" de vuelta al punto de agregación o NMS, que indique que se puede, desde la perspectiva de cada uno de tales dispositivos, desconectar el cable de conexión pertinente. Cuando el punto de agregación o NMS recibe señales de vía libre de

todos los dispositivos de interconexión de redes notificados, el punto de agregación o NMS informa al técnico (usando la pantalla 315) de que se puede desconectar el cable de conexión.

En otro ejemplo, la información de capa física obtenida usando las técnicas aquí descritas se usa para comprobar si se ha instalado un tipo concreto de medios físicos de comunicación. Por ejemplo, cuando una empresa o un operador desea desplegar un tipo concreto de medios físicos de comunicación para un determinado enlace lógico de comunicación (por ejemplo, medios físicos de comunicación compatibles con CAT-6 para implementar enlaces de comunicación GIGABIT ETHERNET), la información de capa física obtenida como se ha descrito anteriormente puede usarse para confirmar que cada segmento de medios físicos de comunicación del enlace lógico de comunicación se ha implementado usando el tipo apropiado de medios físicos de comunicación. Otro ejemplo es confirmar que se ha desplegado un cableado de par trenzado blindado o de fibra multimodo en lugar de un cableado de par trenzado sin blindaje o de fibra monomodo, respectivamente, lo que puede no ser fácilmente evidente a partir de una inspección visual de los medios de comunicación cuando están instalados.

En otro ejemplo, la información de capa física obtenida usando las técnicas aquí descritas se usa para la monitorización de robo. Por ejemplo, en el caso de la telefonía IP, el servidor de telefonía IP puede configurarse para prestar servicio de telefonía a cada teléfono IP sólo si ese teléfono IP se usa con enlaces lógicos de comunicación concretos implementados usando elementos de capa física concretos (por ejemplo, segmentos desplegados dentro de un edificio dado). Si el teléfono IP es robado o trasladado fuera de un área autorizada, el servidor de telefonía IP no presta servicio al teléfono IP, incluso si éste puede acceder al servidor de telefonía IP.

Las técnicas aquí descritas se pueden usar en diversas aplicaciones, incluidas las aplicaciones empresariales y las aplicaciones de operador.

Las figuras 22 y 23 ilustran un ejemplo de una aplicación de operador.

La figura 22 ilustra una red 2200 que implementa líneas de fibra óptica pasivas. Como se muestra, la red 2200 puede incluir una oficina central 2201 que conecte varios abonados finales 2205 (también llamados usuarios finales 2205 en la presente memoria) en una red. La oficina central 2201 puede conectarse adicionalmente a una red más grande como Internet (no mostrada) y una red telefónica pública conmutada (PSTN (por sus siglas en inglés)). La red 2200 también puede incluir concentradores 2203 de distribución de fibra (FDH (por sus siglas en inglés)) que tengan uno o más divisores ópticos (por ejemplo, de 1 a 8 divisores, de 1 a 16 divisores o de 1 a 32 divisores) que generen varias fibras individuales, que pueden conducir a las instalaciones de un usuario final 2205. Las diversas líneas de la red 2200 pueden ser aéreas o estar ubicadas dentro de conductos subterráneos.

La parte de la red 2200 que está más cerca de la oficina central 2201 se conoce generalmente como la región F1, donde F1 es la "fibra de alimentación" procedente de la oficina central 2201. La parte de la red 2200 más cercana a los usuarios finales 2205 puede denominarse parte F2 de la red 2200. La red 2200 incluye una pluralidad de ubicaciones 2202 de escape en las que se separan cables derivados de las líneas de cable principales. Los cables derivados a menudo se conectan a terminales 2204 de caída que incluyen interfaces de conector para facilitar el acoplamiento de las fibras de los cables derivados a una pluralidad de ubicaciones 2205 de abonado diferentes.

Los divisores utilizados en un FDH 2203 pueden admitir un cable F1 de alimentación que tenga varias fibras y pueden dividir esas fibras entrantes en, por ejemplo, 216 a 432 fibras de distribución individuales, que pueden estar asociadas con un número similar de ubicaciones de usuarios finales. En aplicaciones típicas, un divisor óptico se proporciona preempaquetado en una carcasa de módulos de divisor óptico y está provisto de una salida de divisor en cables flexibles de conexión que se extienden desde el módulo. Los cables flexibles de conexión de salida del divisor están típicamente conectorizados con, por ejemplo, conectores SC, LC o LX.5. El módulo de divisor óptico proporciona un empaquetado protector para los componentes del divisor óptico en la carcasa y, por lo tanto, facilita el manejo de los componentes del divisor que de otro modo serían frágiles. Este enfoque modular permite agregar módulos de divisor óptico de forma incremental a los FDH 2203 según sea necesario.

La figura 23 es un diagrama esquemático que muestra un ejemplo de un esquema de trazado de cable para el FDH 2203.

El FDH 2203 generalmente gestiona conexiones en un panel de terminación entre la fibra entrante y la fibra saliente en un entorno de Planta Externa (OSP (por sus siglas en inglés)). Tal como se usa el término en la presente memoria, "una conexión" entre fibras incluye tanto conexiones directas como indirectas. Los ejemplos de fibras entrantes incluyen las fibras del cable de alimentación que entran al armario y las fibras intermedias (por ejemplo, cables flexibles de conexión conectorizados que se extienden desde divisores y puentes/fibras de conexión) que conectan la fibra del cable de alimentación al panel de terminación. Los ejemplos de fibras salientes incluyen las fibras de cable de abonado que salen del armario y toda fibra intermedia que conecte las fibras de cable de abonado al panel de terminación. El FDH 2203 proporciona una interfaz de interconexión para las señales de transmisión óptica en un lugar de la red donde se desee un acceso operativo y una reconfiguración. Por ejemplo, como se señaló anteriormente, el FDH 2203 se puede usar para dividir los cables de alimentación y terminar los cables de alimentación divididos en cables de distribución encaminados a ubicaciones de abonados. Además, el FDH 2203 está diseñado para acomodar una gama de tamaños y números de fibras alternativos y soporta la instalación en fábrica de cables flexibles de conexión,

conductores de salida y divisores.

Como se muestra en la figura 23, un cable 2320 de alimentación se encamina inicialmente al FDH 2203 a través de un armario 2302. En ciertas realizaciones, las fibras del cable 2320 de alimentación pueden incluir fibras planas. Un ejemplo de cable 2320 de alimentación puede incluir de doce a cuarenta y ocho fibras individuales conectadas a una oficina central 2201 del proveedor de servicios. En algunas realizaciones, después de entrar en el armario 2302, las fibras del cable 2320 de alimentación se encaminan a una interfaz 2338 de cable de alimentación (por ejemplo, módulos adaptadores de fibra óptica, una bandeja de empalme, etc.). En la interfaz 2338 de cable de alimentación, una o más de las fibras del cable 2320 de alimentación están conectadas individualmente a fibras 2324 de entrada del divisor separadas. Las fibras 2324 de entrada del divisor se encaminan de la interfaz 2338 de cable de alimentación a la carcasa 2308 de módulos de divisor. En la carcasa 2308 de módulos de divisor, las fibras 2324 de entrada del divisor están conectadas a módulos 2316 de divisor separados, dividiéndose las fibras 2324 de entrada cada una en múltiples cables flexibles 2326 de conexión, cada uno con extremos conectorizados 2328. Sin embargo, en otras realizaciones, las fibras del cable 2320 de alimentación se pueden conectorizar y se pueden encaminar directamente a los módulos 2316 de divisor evitando o eliminando así la necesidad de una interfaz 2338 de cable de alimentación intermedia.

Cuando los cables flexibles 2326 de conexión no están en servicio, los extremos conectorizados 2328 se pueden almacenar temporalmente en un módulo 2318 de almacenamiento que está montado en la zona 2306 de almacenamiento del armario 2302. Cuando se necesiten los cables flexibles 2326 de conexión para el servicio, los cables flexibles 2326 de conexión se encaminan de los módulos 2316 de divisor a un módulo 2310 de terminación previsto en la zona 2304 de terminación del armario 2302. En el módulo 2310 de terminación, los cables flexibles 2326 de conexión se conectan a las fibras de un cable 2330 de distribución. El panel de terminación es la línea divisoria entre las fibras entrantes y las fibras salientes. Un cable 2330 de distribución típico forma la parte F2 de una red (véase la figura 22) y típicamente incluye una pluralidad de fibras (por ejemplo, 144, 216 o 432 fibras) que se encaminan del FDH 2203 a ubicaciones 2205 de abonados. Los cables 2330 con extremos conectorizados 2332 se conectan a los extremos conectorizados 2328 de los cables flexibles 2326 de conexión en unos adaptadores 2312 de fibra óptica.

En algunas realizaciones, una o más de las fibras del cable 2320 de alimentación no están conectadas a ninguno de los módulos 2316 de divisor. Más bien, estas fibras del cable 2320 de alimentación están conectadas a fibras 2334 de paso que tienen extremos conectorizados 2336. Las fibras 2334 de paso están conectadas a los módulos 2310 de terminación, sin conectarse primero a los módulos 2316 de divisor. Absteniéndose de dividir una fibra 2334, se puede enviar una señal más fuerte a uno de los abonados. Los extremos conectorizados 2336 de las fibras 2334 de paso pueden almacenarse en la zona 2306 de almacenamiento cuando no están en uso. Los cables 2330 con extremos conectorizados 2332 se conectan a los extremos conectorizados 2336 de las fibras 2334 de paso en los adaptadores 2312 de fibra óptica. El dispositivo 2338 de interfaz de alimentador incluye conexiones 2322 para conectar los diversos cables, como empalmes o extremos conectorizados y adaptadores como los extremos conectorizados 2328 y 2336 y adaptadores 2312 indicados anteriormente.

Los diversos segmentos de medios físicos de comunicación que se usan en la red 2200 de las figuras 22-23 pueden tener información de identificador y atributo almacenada en o sobre los mismos. Por ejemplo, las diversas fibras conectorizadas descritas anteriormente en relación con las figuras 22-23 pueden equiparse con dispositivos de almacenamiento y los módulos de terminación correspondientes (y otros puntos de conexión) pueden incluir interfaces de lectura de medios correspondientes para leer al menos una parte de la información de identificador y atributo almacenada en cada uno de los dispositivos de almacenamiento. La información de identificador y atributo que se lee de los dispositivos de almacenamiento se puede comunicar a un punto de agregación para su uso como se describe en la presente memoria (usando un enlace de comunicación adecuado, como un enlace de comunicación inalámbrico o por cable). También puede proporcionarse a tal punto de agregación otra información de capa física (por ejemplo, información sobre los módulos de terminación, divisores, armarios y otros dispositivos en la red e información sobre las ubicaciones en las que están implementados) para su uso.

En otro ejemplo, la información de capa física obtenida usando las técnicas aquí descritas es utilizada por un operador de telecomunicaciones para ayudar a cumplir los acuerdos de nivel de servicio. Por ejemplo, como se señaló anteriormente, la información de capa física se puede usar para determinar si un enlace lógico de comunicación dado ha sido implementado utilizando medios físicos de comunicación apropiados (por ejemplo, cableado CAT-6 en ETHERNET en las aplicaciones First Mile (EFM (por sus siglas en inglés)) o el tipo de fibra apropiado). Esto puede ser especialmente importante en el punto de demarcación entre el equipo del operador de telecomunicaciones y el equipo del cliente. Además, la información de capa física se puede utilizar para determinar si se han realizado cambios no autorizados en el punto de demarcación.

En otro ejemplo, la información de capa física obtenida utilizando las técnicas aquí descritas es utilizada por un operador de telecomunicaciones para implementar niveles de servicio diferenciados. Por ejemplo, cuando ciertos clientes requieren que su tráfico de comunicaciones viaje a través de ciertas regiones geográficas (por ejemplo, para cumplir leyes de control de exportaciones), un operador puede usar la información de capa física obtenida usando las técnicas aquí descritas para enrutar el tráfico de los clientes en conformidad con los requisitos de los clientes. En otro ejemplo, a cada punto de enrutamiento, sitio, edificio, etc. se le asigna una puntuación de seguridad, y cierto tráfico de comunicación se enruta solo a través de puntos de enrutamiento, sitios, edificios, etc. que tengan una puntuación

de seguridad en o por encima de cierto nivel.

Se han descrito varias realizaciones de la invención definidas por las siguientes reivindicaciones. Sin embargo, se entenderá que se pueden realizar diversas modificaciones a las realizaciones descritas sin apartarse del alcance de la invención reivindicada. Por consiguiente, otras realizaciones deben estar dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

5

## REIVINDICACIONES

### 1. Un sistema que comprende:

un punto (120) de agregación acoplado a una red (108);

una pluralidad de conjuntos de conector acoplados a la red, comprendiendo cada uno de los conjuntos de conector una pluralidad de puertos, estando cada uno de los conjuntos de conector configurado para leer información de capa física almacenada en dispositivos (216, 392, 392') de almacenamiento de cables (212, 312, 312'), que comprenden conectores (214, 314, 314') conectados a los puertos del conjunto de conector respectivo, y configurado para comunicar la información de capa física leída al punto de agregación para su almacenamiento por parte de éste; y

un dispositivo (138, 354) de interconexión de redes acoplado a la red, que comprende:

una pluralidad de puertos (1106);

una funcionalidad (1108) de interconexión de redes configurada para realizar una función de interconexión de redes para paquetes recibidos en los puertos (1106) del dispositivo de interconexión de redes;

comprendiendo el dispositivo de interconexión de redes además una funcionalidad (140, 1112) configurada para recuperar la información de capa física del punto de agregación; y

estando la funcionalidad (1108) de interconexión de redes configurada para realizar la función de interconexión de redes utilizando al menos una parte de la información de capa física leída de los dispositivos (216, 392, 392') de almacenamiento.

2. El sistema de la reivindicación 1, en donde el dispositivo (138, 354) de interconexión de redes comprende uno de los siguientes: un conmutador, un enrutador, un concentrador, un repetidor, un puente, una pasarela y un punto de acceso.

3. El sistema de la reivindicación 1, en donde la función de interconexión de redes comprende al menos una función de interconexión de redes de las siguientes: de Capa 1, de Capa 2 y de Capa 3.

4. El sistema de la reivindicación 1, en donde la función de interconexión de redes comprende al menos una de las siguientes: enrutamiento, conmutación, repetición, puenteo, y limpieza de tráfico de comunicación recibido en el dispositivo de interconexión de redes.

5. El sistema de la reivindicación 1, en donde al menos una parte de la información de capa física leída de los dispositivos (216, 392, 392') de almacenamiento de los cables (212, 312, 312') se utiliza para llevar a cabo una selección de ancho de banda.

6. El sistema de la reivindicación 1, en donde al menos una parte de la información de capa física leída de los dispositivos (216, 392, 392') de almacenamiento de los cables (212, 312, 312') se utiliza para caracterizar enlaces de comunicación que están a más de un salto del dispositivo de interconexión de redes.

7. El sistema de la reivindicación 1, en donde al menos una parte de la información de capa física leída de los dispositivos (216, 392, 392') de almacenamiento de los cables (212, 312, 312') se utiliza para restringir el enrutamiento de tráfico de comunicación de acuerdo con una política que especifica que el tráfico recibido en algunos puertos del dispositivo (138, 354) de interconexión de redes sólo se puede comunicar a través de ciertas áreas.

8. El sistema de la reivindicación 7, en donde al menos una parte de la información de capa física leída de los dispositivos (216, 392, 392') de almacenamiento de los cables (212, 312, 312') se utiliza para determinar a través de qué áreas va a pasar el tráfico de comunicación.

9. El sistema de la reivindicación 1, en donde el dispositivo (138, 354) de interconexión de redes actúa como un guardián de bus que hace cumplir al menos una política que es una función de la información de capa física leída de los dispositivos (216, 392, 392') de almacenamiento de los cables (212, 312, 312').

10. El sistema de la reivindicación 1, en donde el dispositivo (138, 354) de interconexión de redes hace cumplir un esquema de codificación virtual en el que al menos parte de la información leída de los dispositivos (216, 392, 392') de almacenamiento de los cables (212, 312, 312') se utiliza para codificar los cables (212, 312, 312').

11. El sistema de la reivindicación 1, en donde el dispositivo (138, 354) de interconexión de redes está configurado para leer información almacenada en dispositivos (216, 392, 392') de almacenamiento de cables (212, 312, 312') conectados a los puertos del dispositivo (138, 354) de interconexión de redes.

12. El sistema de la reivindicación 11, en donde el dispositivo (138, 354) de interconexión de redes está configurado para enviar, al punto de agregación, al menos parte de la información leída de los dispositivos (216, 392, 392') de

almacenamiento de los cables (212, 312, 312') conectados a los puertos del dispositivo (138, 354) de interconexión de redes, estando el punto de agregación acoplado a la red a la que también está acoplado el dispositivo (138, 354) de interconexión de redes.

5 **13.** El sistema de la reivindicación 1, en donde el dispositivo (138, 354) de interconexión de redes está configurado para ser descubierto automáticamente por el punto de agregación que está acoplado a la red.

**14.** El sistema de la reivindicación 1, en donde la información de capa física almacenada en los dispositivos (216, 392, 392') de almacenamiento de los cables (212, 312, 312') comprende información sobre los cables.

**15.** El sistema de la reivindicación 1, en donde la información de capa física almacenada en los dispositivos (216, 392, 392') de almacenamiento de los cables (212, 312, 312') comprende información sobre los conectores (214, 314, 314').

10 **16.** El sistema de la reivindicación 1, en donde la información de capa física almacenada en los dispositivos (216, 392, 392') de almacenamiento de los cables (212, 312, 312') comprende información relacionada con al menos uno de los siguientes: un identificador que identifica de manera exclusiva cada cable (212, 312, 312'), un número de pieza asociado con cada cable (212, 312, 312'), un tipo de conector asociado con cada cable (212, 312, 312'), un tipo de medios asociado con cada cable (212, 312, 312'), una longitud asociada con cada cable (212, 312, 312'), un número de serie asociado con cada cable (212, 312, 312'), una polaridad de cable, una fecha de fabricación asociada con cada cable (212, 312, 312'), un número de lote de fabricación asociado con cada cable (212, 312, 312'), un atributo visual asociado con cada cable (212, 312, 312'), un atributo visual asociado con un conector conectado a cada cable (212, 312, 312'), un recuento de inserción asociado con cada cable (212, 312, 312'), un sistema de Planificación de Recursos Empresariales, datos de pruebas asociados con cada cable (212, 312, 312'), datos de calidad de medios asociados con cada cable (212, 312, 312'), y datos de rendimiento asociados con cada cable (212, 312, 312').

20 **17.** El sistema de la reivindicación 1, en donde los dispositivos de almacenamiento comprenden dispositivos de memoria no volátil.

**18.** Un método, que comprende:

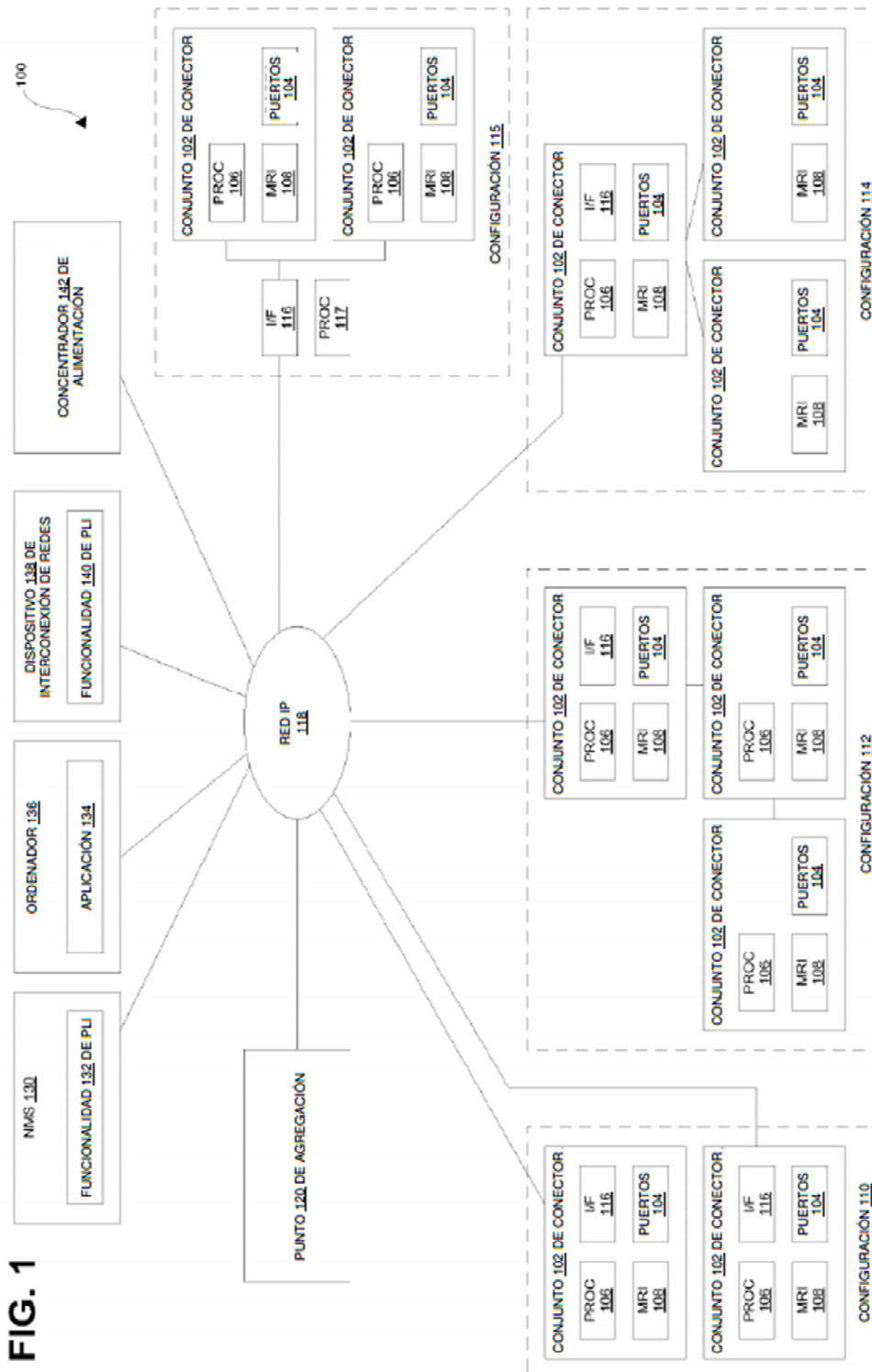
25 por parte de una pluralidad de conjuntos de conector acoplados a una red, leer información de capa física almacenada en dispositivos (216, 392, 392') de almacenamiento de cables (212, 312, 312') que comprenden conectores (214, 314, 314') conectados a puertos de conjuntos de conector y comunicar la información de capa física leída a un punto (120) de agregación acoplado a la red;

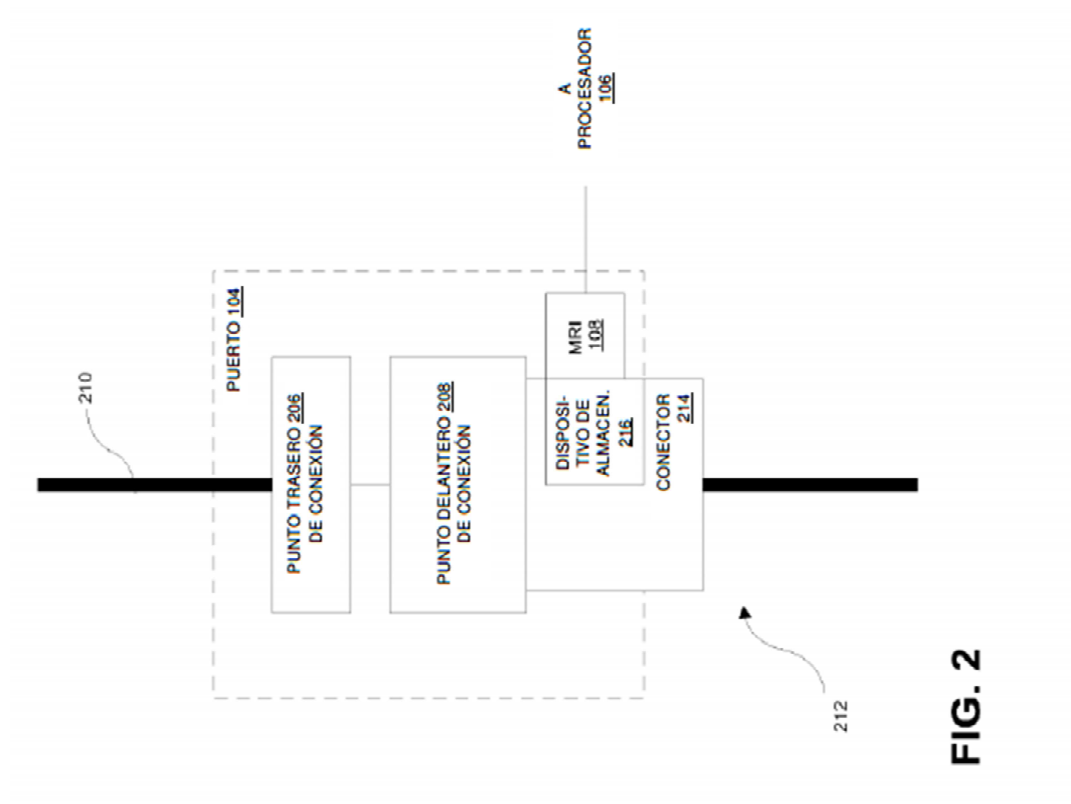
30 por parte de un dispositivo (138, 354) de interconexión de redes acoplado a la red, recuperar del punto (120) de agregación la información de capa física leída de los dispositivos (216, 392, 392') de almacenamiento de los cables (212, 312, 312'); y

por parte del dispositivo (138, 354) de interconexión de redes, realizar una función de interconexión de redes para paquetes recibidos en puertos (1106) del dispositivo (138, 354) de interconexión de redes utilizando al menos una parte de la información de capa física leída de los dispositivos (216, 392, 392') de almacenamiento de los cables (212, 312, 312').

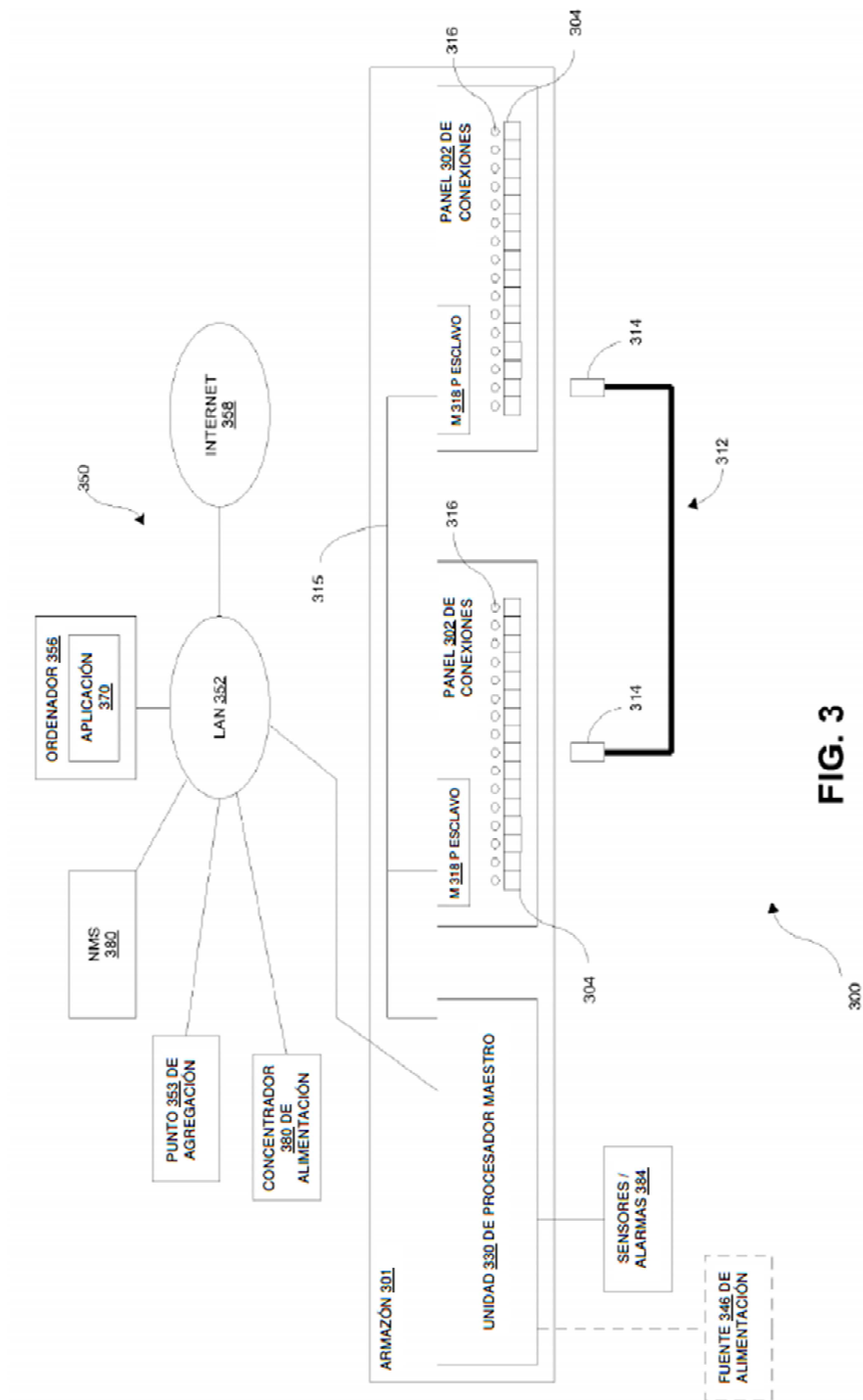
35

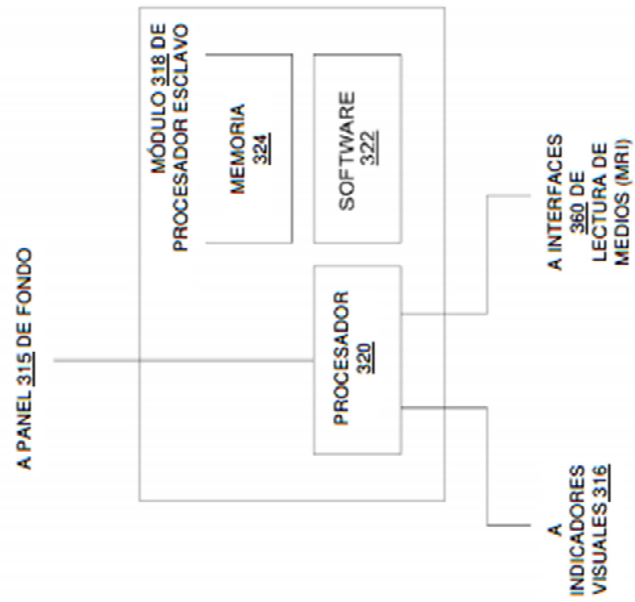
**FIG. 1**





**FIG. 2**





**FIG. 4**

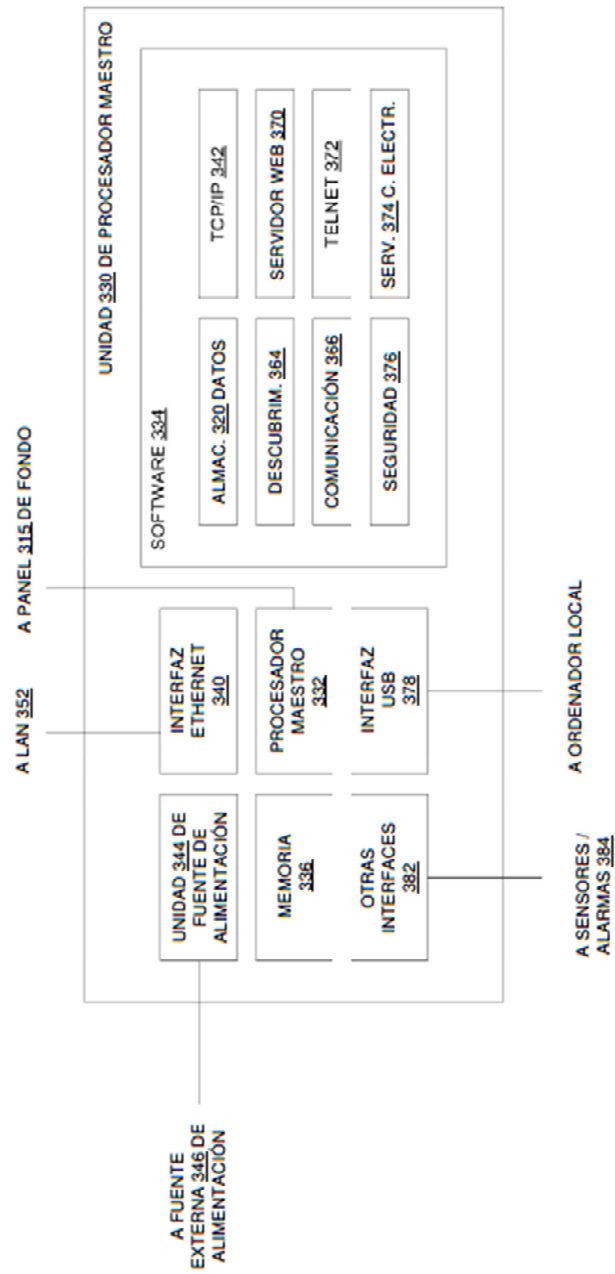


FIG. 5

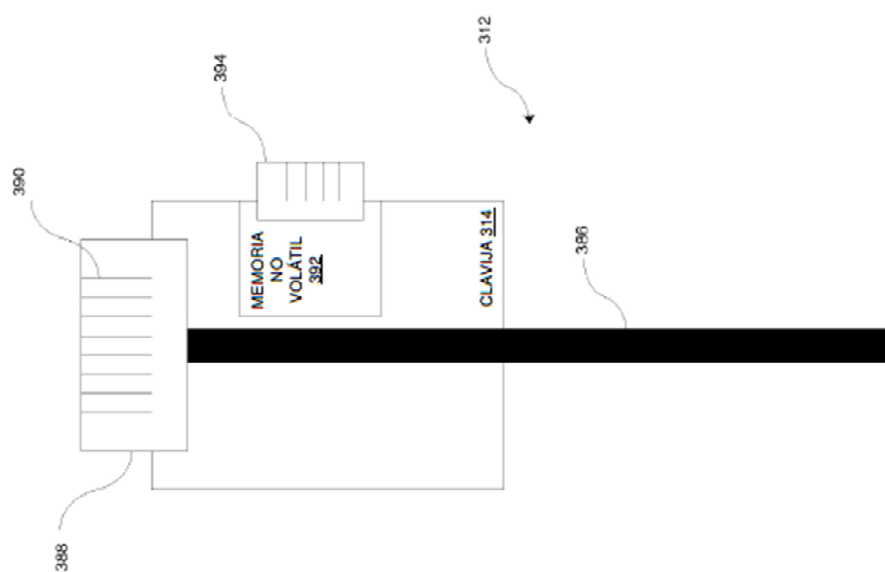


FIG. 6

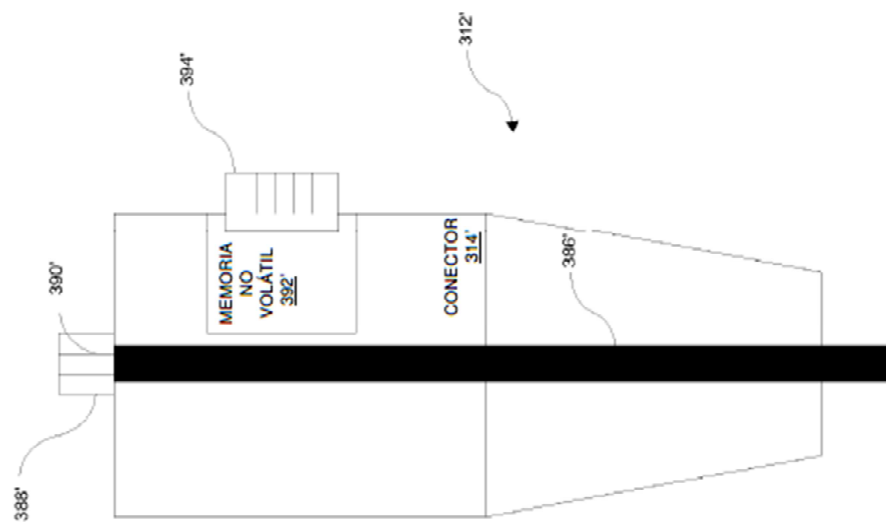
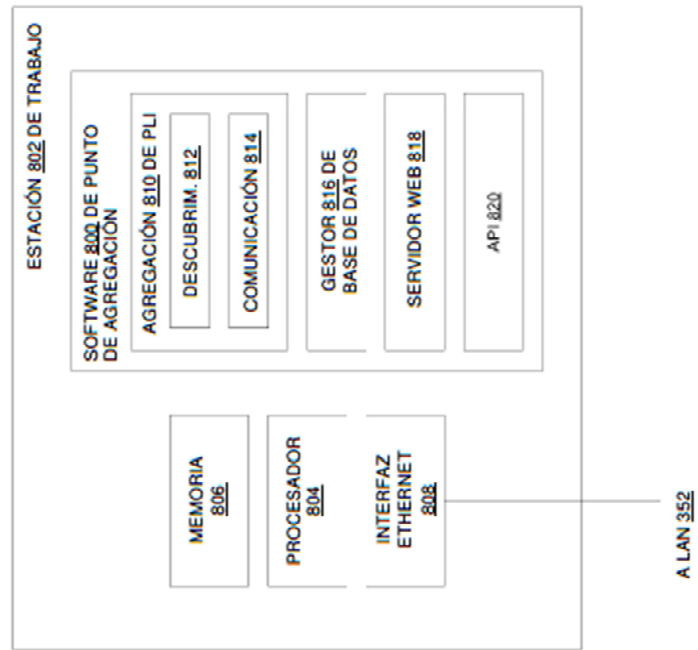
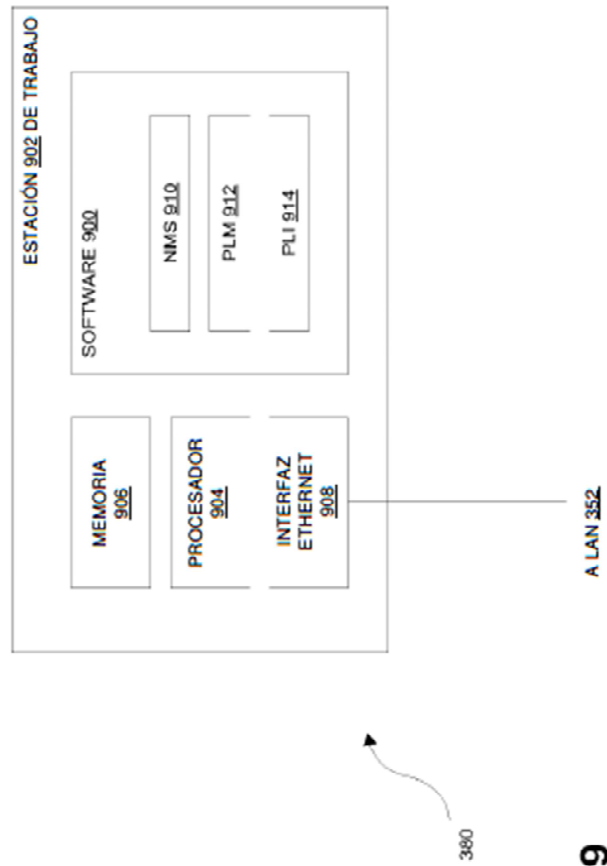


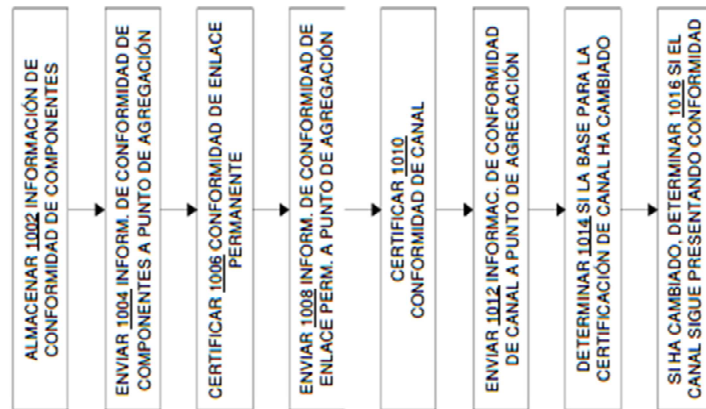
FIG. 7



**FIG. 8**



**FIG. 9**

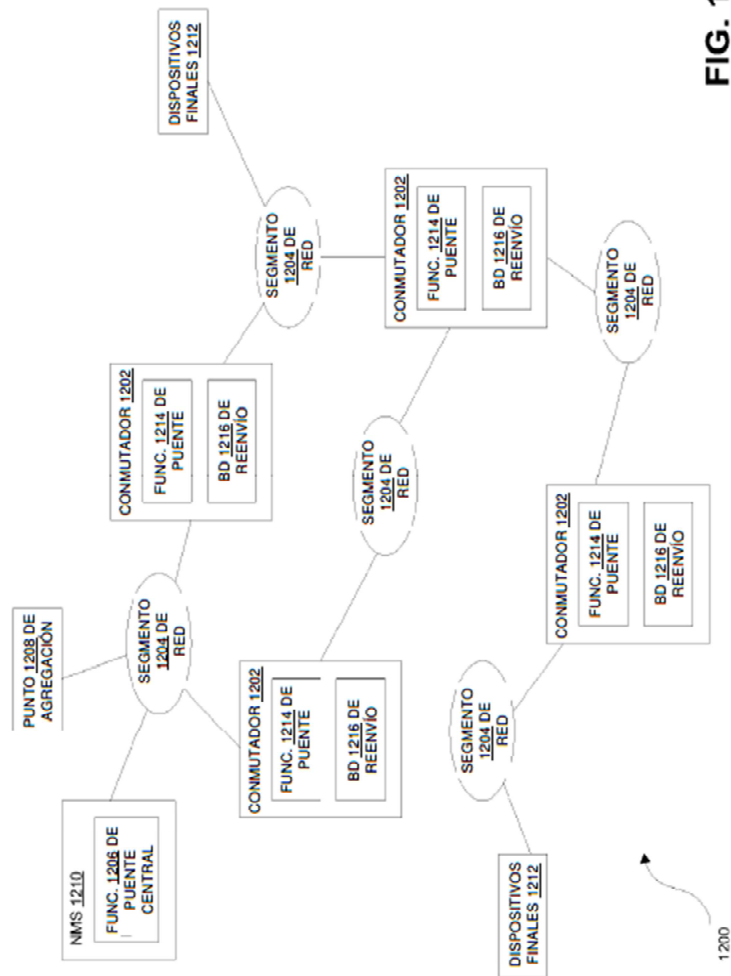


1000

FIG. 10



FIG. 11



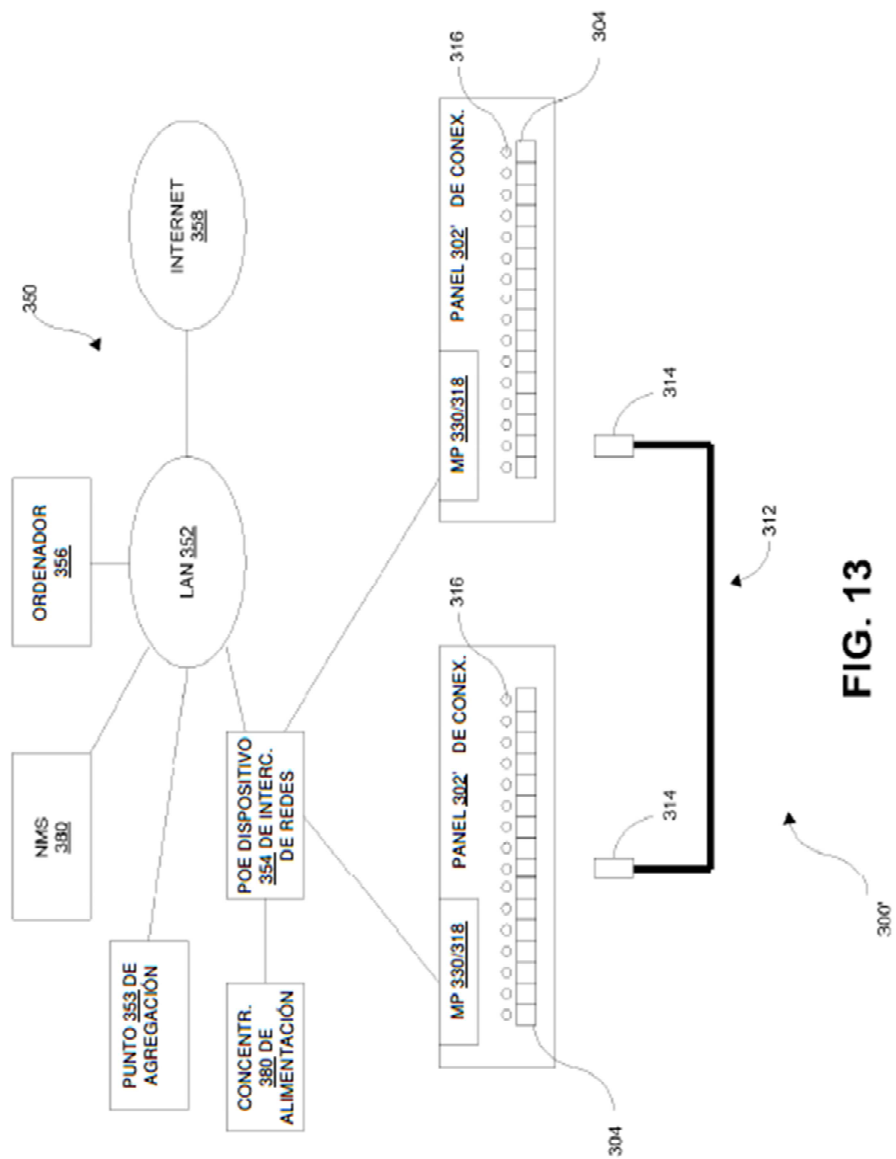


FIG. 13

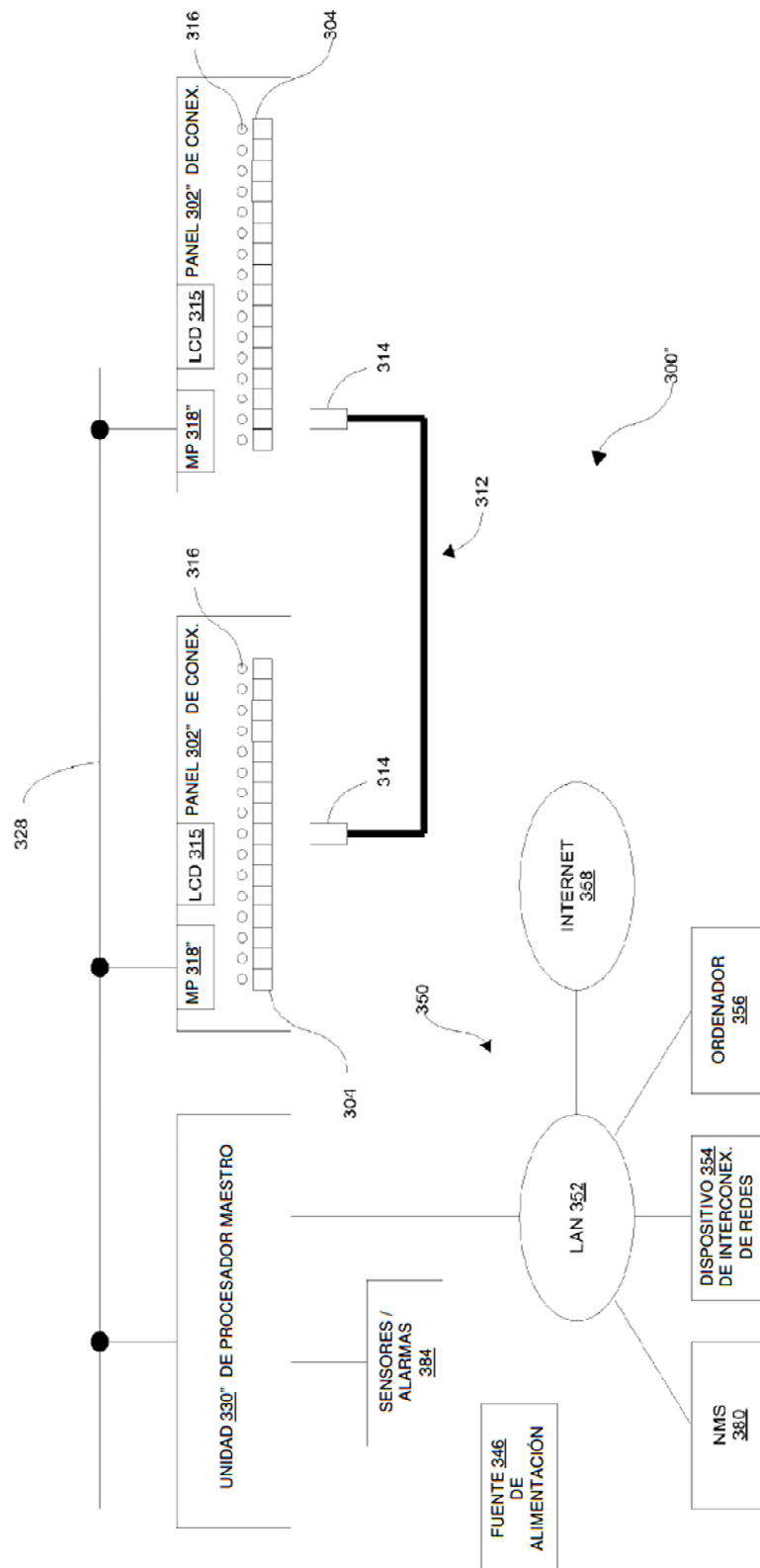
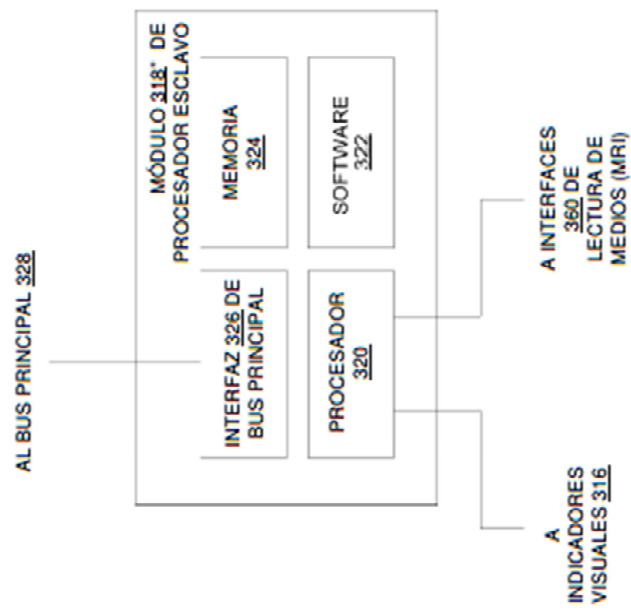


FIG. 14



**FIG. 15**

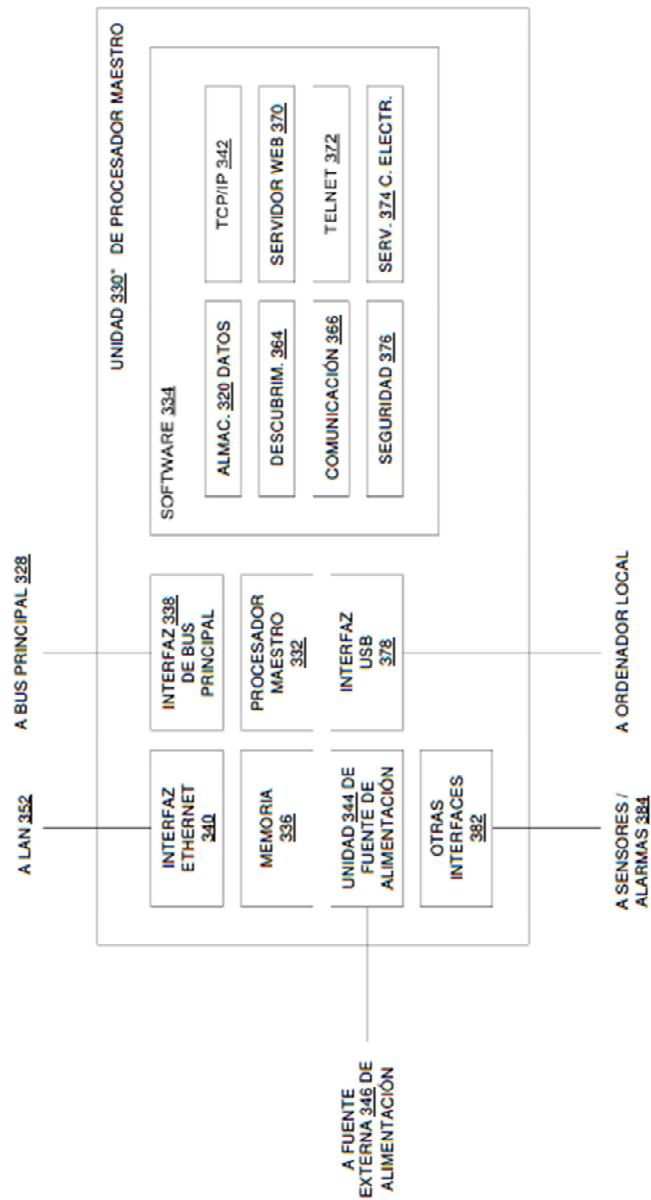
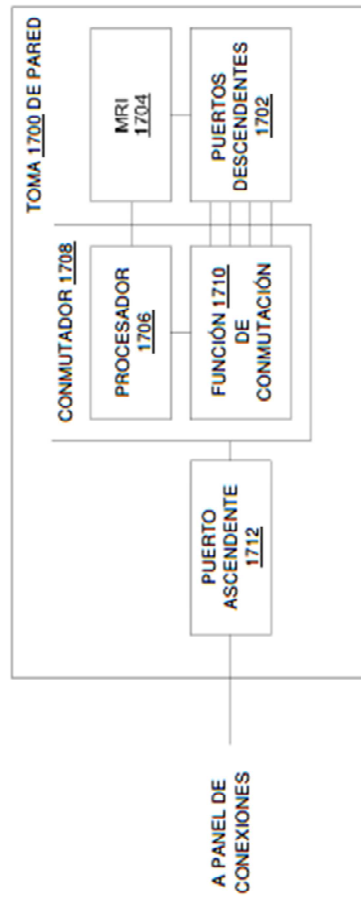
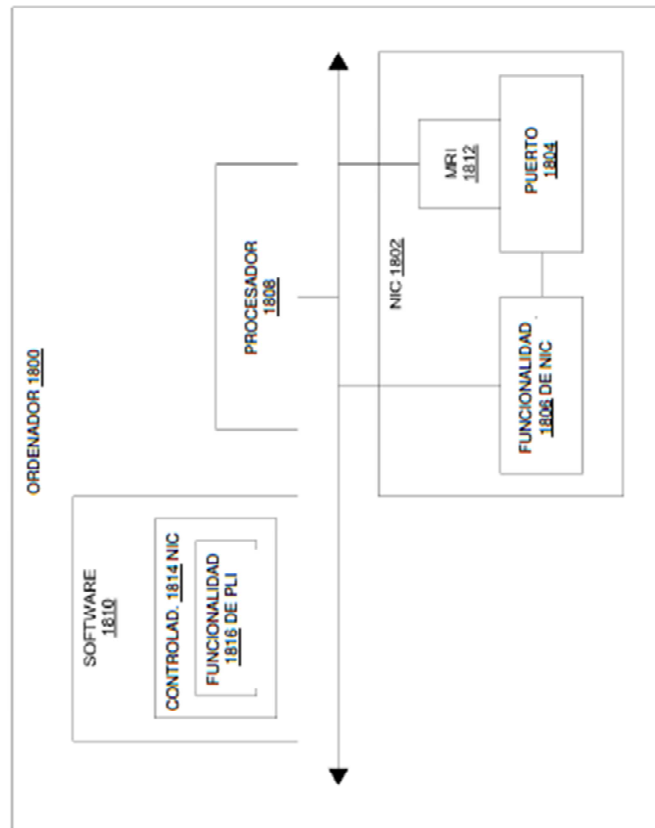


FIG. 16



**FIG. 17**



**FIG. 18**

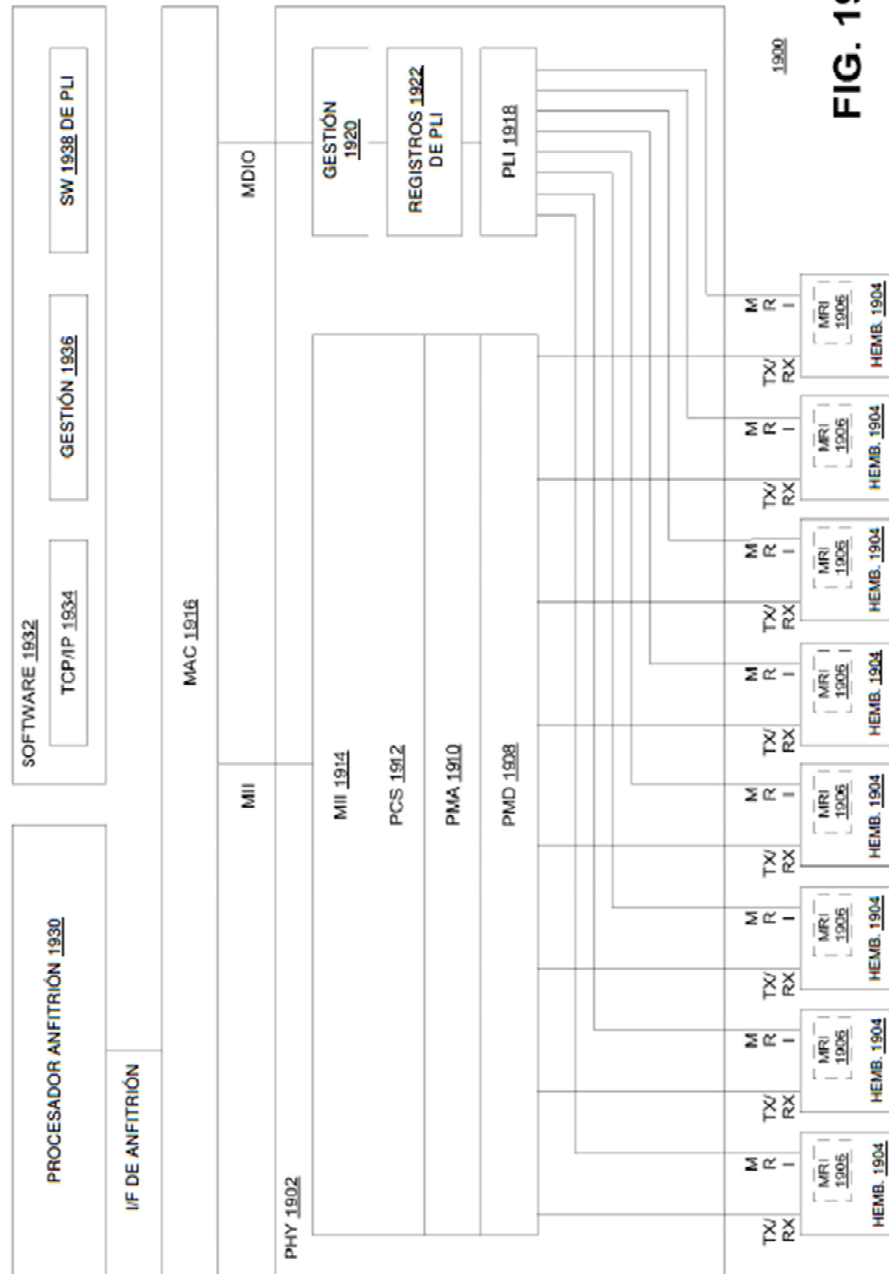
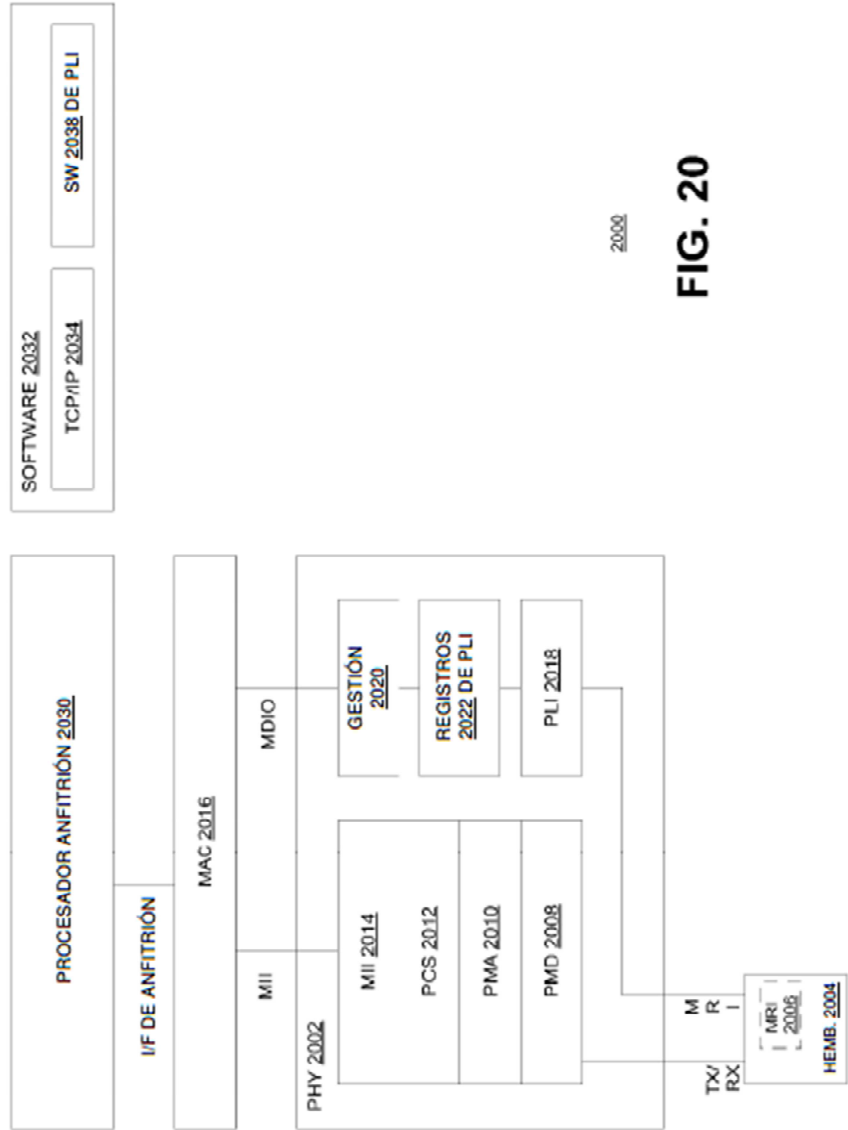


FIG. 19



2000

FIG. 20

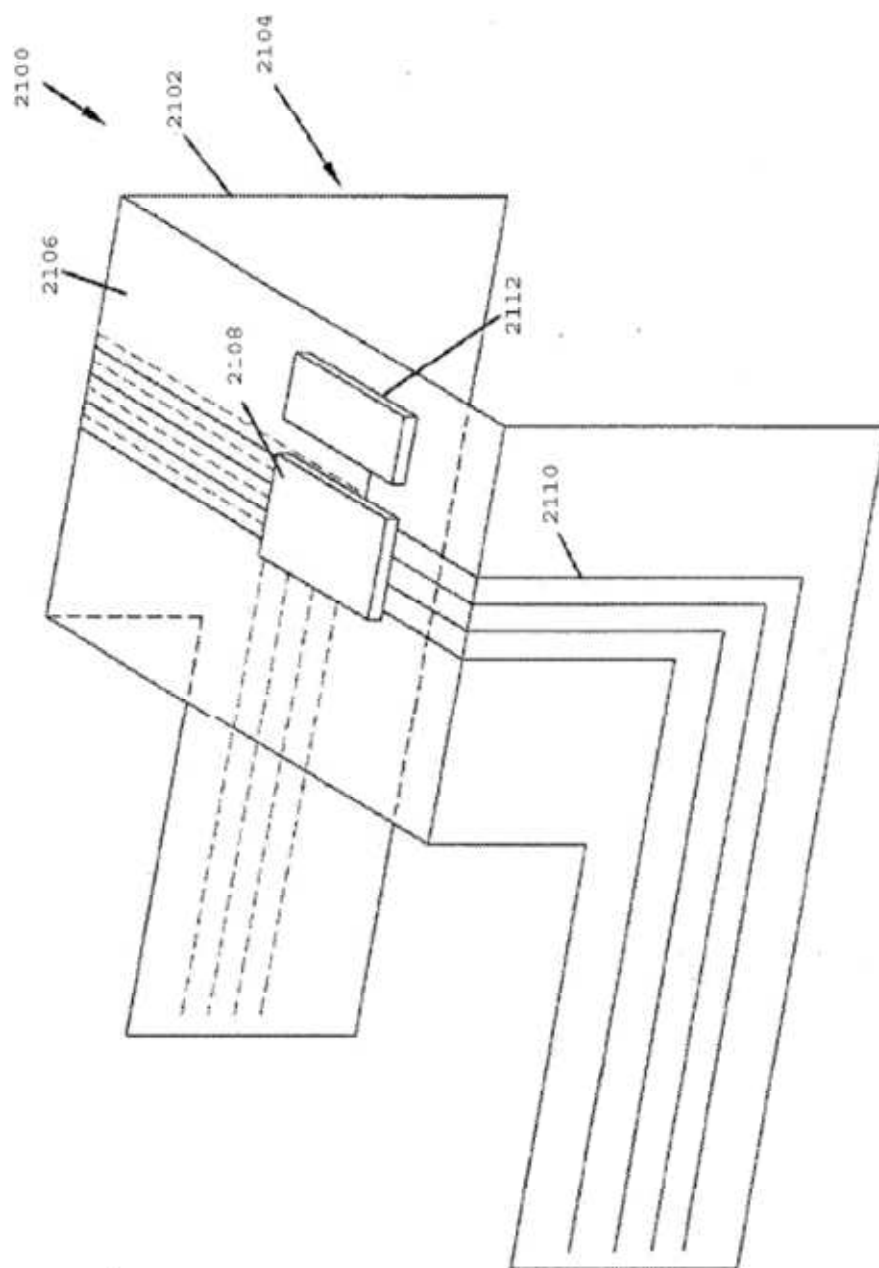


FIG. 21

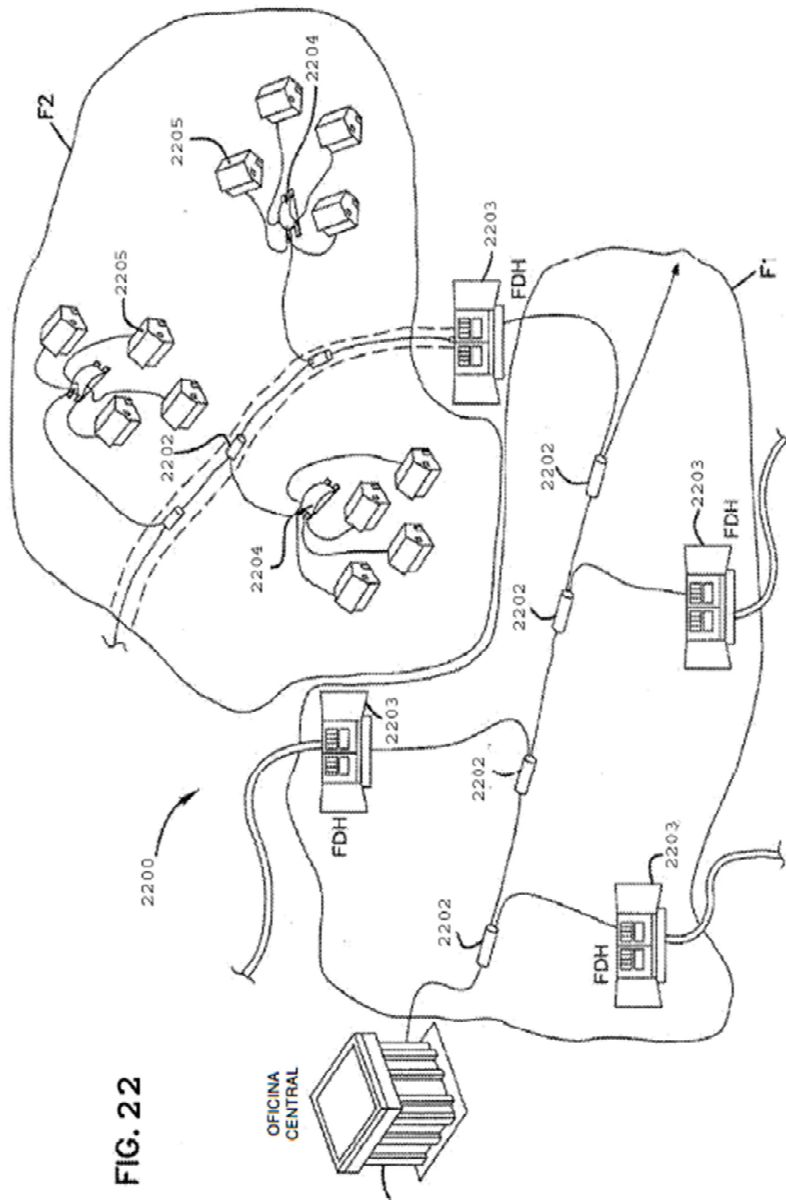


FIG. 23

