

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 545 776**

51 Int. Cl.:

**H04L 12/24** (2006.01)

**H04L 29/08** (2006.01)

**G06F 15/173** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.02.2008 E 08729986 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.06.2015 EP 2109827**

54 Título: **Sistema y método de gestión de red distribuida**

30 Prioridad:

**15.02.2007 US 890155 P**

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

**15.09.2015**

73 Titular/es:

**TYCO ELECTRONICS SUBSEA  
COMMUNICATIONS LLC (100.0%)  
412 MT. KEMBLE AVENUE, SUITE 100 S  
MORRISTOWN, NJ 07960, US**

72 Inventor/es:

**ALVES, RICARDO E.;  
BODNER, RENATA F.;  
CEREJA, NEVTON;  
LISS, JONATHAN M. y  
SABET, SAMEH A.**

74 Agente/Representante:

**CAMACHO PINA, Piedad**

**ES 2 545 776 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Sistema y método de gestión de red distribuida

5 **Campo técnico**

La presente divulgación se refiere a la gestión de red y, en particular, a un sistema de gestión de red distribuida.

10 **Antecedentes**

15 La gestión de red puede realizarse a diferentes niveles en diversos tipos de redes para evitar fallos de red y asegurar el rendimiento de la red. En una red de comunicación, un sistema de gestión de elementos (EMS) puede usarse para supervisar y gestionar elementos de red en una red. Una red de comunicación puede incluir también un sistema de gestión de red (NMS) para gestionar la red global mediante la comunicación con diversos EMS.

20 En un sistema de comunicación óptica tal como un sistema multiplexado por división de longitud de onda (WDM), por ejemplo, pueden interconectarse estaciones de terminal o de cable mediante segmentos de cable para formar una red. Los elementos de red en un sistema de comunicación óptica pueden incluir equipo localizado en una estación de cable (por ejemplo, equipo de terminal y equipo de alimentación de potencia) así como equipo conectado a la estación de cable (por ejemplo, repetidores y ecualizadores). En un sistema de este tipo, un EMS puede localizarse en una estación de cable (o en una localización separada) y usarse para gestionar los elementos de red asociados a esta estación de cable. El EMS puede incluir uno o más servidores para realizar las funciones de gestión de elementos y una o más estaciones de trabajo para proporcionar una interfaz de usuario (por ejemplo, para presentar la información asociada a los elementos de red gestionados mediante el EMS). Un NMS puede localizarse en una de las estaciones de cable o en una localización separada para gestionar el sistema o red de comunicación óptica global.

25 La gestión de una red puede incluir gestión de configuración, gestión de fallos y gestión de rendimiento. Un EMS puede proporcionar gestión de fallos para recuperar, almacenar y/o presentar alarmas, mensajes de eventos y de sistema reenviados mediante los elementos de red gestionados mediante el EMS. Un EMS puede proporcionar gestión de rendimiento recuperando, almacenando, presentando y/o midiendo datos de calidad de transmisión. Un NMS puede proporcionar gestión de fallos y gestión de rendimiento para toda la red gestionando todos los mensajes de alarma, de eventos y de sistema y los datos de calidad de transmisión reenviados mediante cada EMS. El NMS puede presentar información de fallos y de rendimiento recibida desde cada EMS, por ejemplo en un mapa topológico de red.

30 Un tipo de información que puede presentarse mediante un NMS es el estado de alarma de red como se gestiona mediante los EMS subyacentes, como se muestra por ejemplo en la Figura 1. Un usuario (por ejemplo, un administrador u operador de red) puede monitorizar la información presentada para determinar si las alarmas de red indican fallos en una red, que puede producir interrupciones de red. La información de resumen de alarma puede indicar el nivel de alarma (por ejemplo, principal, secundario, ninguno, no disponible/no informar) y el recuento de alarmas de alarmas principales y secundarias.

35 Como se muestra en la Figura 2, la información de estado de alarma puede comunicarse entre cada servidor 20 de EMS y un NMS 22 usando un enfoque jerárquico. De acuerdo con una implementación, uno o más ordenadores en el NMS pueden configurarse como uno o más servidores (por ejemplo, un único servidor o servidores redundantes) que reciben información desde los servidores 20 de EMS. El NMS puede a continuación presentar la información de resumen de alarma para cada EMS en la red (por ejemplo, como se muestra en la Figura 1).

40 De acuerdo con otra posible implementación analizada en el documento US 2006/0020686, un NMS puede formarse sin un servidor o capa de NMS física distribuyendo la funcionalidad del NMS a los servidores de EMS (es decir, una mini-característica de NMS integrada en cada EMS). Con un NMS distribuido que no tiene una capa de NMS, sin embargo, es aún deseable proporcionar una vista de resumen del estado de la red completa. Para conseguir esto, cada EMS puede comunicar con un único servidor "maestro" presentando el estado de alarma de nivel más alto al servidor "maestro". A su vez, el servidor "maestro" puede proporcionar a cada servidor de EMS una vista consolidada del estado de alarma para todos los servidores de EMS a través de toda la red. La información de resumen de alarma de cada EMS en la red (por ejemplo, como se muestra en la Figura 1) puede a continuación presentarse en las estaciones de trabajo de EMS. Por lo tanto, este enfoque de NMS distribuido usa también un enfoque jerárquico, es decir, con un servidor de EMS maestro en lugar de un servidor de NMS.

45 La operación del sistema en un enfoque jerárquico es altamente dependiente del servidor de NMS o del servidor maestro, que lleva el peso del procesamiento y puede ser un único punto de fallo. Si el servidor de NMS o el servidor maestro fallan, o si existe una rotura de la fibra de red, la alarma y la característica de compartición de estado pueden fallar. También, el modelo de comunicación basado en cliente/servidor de TCP/IP sencillo disponible para sistemas de NMS distribuidos puede ser ineficaz y puede requerir recursos de procesamiento y transmisión.

El documento US 2005/0259571 desvela un sistema de gestión de red jerárquico en el que los gestores de NMS están dispuestos lógicamente en una estructura en árbol, y organizados adicionalmente en diversos sub-grupos. Los gestores de NMS en cada sub-grupo monitorizan el estado entre sí para detectar cuándo uno de ellos ya no es operativo. Si esto ocurre, los gestores de NMS restantes del subgrupo eligen de manera colectiva uno de ellos para asumir la responsabilidad del gestor de NMS no operativo.

De acuerdo con diversas realizaciones de la invención, se proporciona un sistema de gestión de red distribuida de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones adjuntas 1 a 6, y un método para gestionar una red de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones adjuntas 7 a 11.

### Breve descripción de los dibujos

Estas y otras características y ventajas coherentes con la presente divulgación se entenderán mejor leyendo la siguiente descripción detallada, tomada junto con los dibujos en los que:

La Figura 1 es una ilustración de un informe de interfaz de usuario gráfica (GUI) para un sistema de gestión de red (NMS).

La Figura 2 es un diagrama esquemático que ilustra un enfoque jerárquico para compartir datos entre sistemas de gestión de elementos (EMS) y un NMS.

La Figura 3 es un diagrama esquemático que ilustra un enfoque de gestión de red distribuida usando EMS-NMS coherentes con la presente divulgación.

La Figura 4 es un diagrama esquemático que ilustra un enfoque de gestión de red distribuida usando EMS-NMS (comentado como anteriormente) coherente con la presente divulgación en el caso de un fallo de red.

La Figura 5 es una realización de una arquitectura de alto nivel lógico de una porción de un sistema de gestión de red distribuida coherente con la presente divulgación.

La Figura 6 es una realización de una función de sistema de gestión de red coherente con la presente divulgación.

La Figura 7 es una realización de un diagrama de transición de estado de una aplicación de servidor de NMS coherente con la presente divulgación.

La Figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra la comprobación del estado de ejecución de otro servidor de NMS coherente con la presente divulgación.

La Figura 9 es un diagrama de temporización/estado que ilustra la activación y desactivación de un servidor de NMS cuando aparece un fallo de DCN y a continuación se repara coherente con la presente divulgación.

La Figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra la determinación de preferencia de ejecución entre dos servidores de NMS activos coherente con la presente divulgación.

La Figura 11 representa redes de capa de transporte óptico coherentes con la presente divulgación.

La Figura 12 es una ilustración de una GUI para una función de estación de trabajo ejemplar coherente con la presente divulgación.

La Figura 13 es una ilustración de una GUI para una función de estación de trabajo que muestra un ejemplo de una vista de unidad de un elemento de red coherente con la presente divulgación.

### Descripción detallada

En general, un sistema de gestión de red distribuida coherente con la presente divulgación puede incluir la funcionalidad de NMS en cada servidor hardware en una red. Cada servidor hardware puede incluir también la funcionalidad de EMS. Como se usa en el presente documento, un servidor hardware que incluye la funcionalidad de NMS y la funcionalidad de EMS puede denominarse como un servidor de EMS-NMS. Cuando el dominio de red completa es funcional, uno de los servidores puede asignarse para alojar la función de NMS para el dominio mientras él y otros servidores pueden realizar la funcionalidad de tipo EMS. Si el servidor anfitrión deja de estar disponible, cualquiera de los otros servidores en la red puede asignarse para asumir el papel de anfitrión. También, en el caso de un fallo de red, por ejemplo, una rotura de la fibra de red, pueden asignarse automáticamente los servidores anfitriones separados, es decir sin intervención del operador, para realizar las funciones de NMS en cualquier "isla" o dominio de red creados por separado. En un ejemplo, el NMS anfitrión original puede asignarse como el anfitrión para una primera de las islas, mientras que un nuevo anfitrión de NMS se asigna como el anfitrión para una segunda de las islas. Cuando se soluciona el fallo de la red, los dominios o "islas" pueden colapsar automáticamente, es decir sin intervención del operador, y la funcionalidad de NMS puede asignarse automáticamente en uno de los servidores, por ejemplo, el servidor anfitrión original.

De acuerdo con realizaciones ejemplares descritas en el presente documento, cada servidor de EMS-NMS puede compartir información de red con cada otro servidor de EMS-NMS usando una red de comunicaciones de datos (DCN). Como se usa en el presente documento, el término servidor se refiere a software y/o hardware que gestiona recursos de red y no está limitado a un único ordenador o dispositivo. En un ejemplo, los datos de estado de red incluyen datos de estado de alarma de EMS que representan alarmas reenviadas al EMS-NMS mediante elementos de red que están gestionados mediante el EMS-NMS. Además del estado de alarma, los datos de estado de red pueden incluir otros tipos de información para compartirse entre los EMS-NMS tal como el estado de equipo de monitorización de línea u otros datos de estado. La presente divulgación no está limitada, sin embargo, a datos de

estado de alarma o datos de estado de EMS-NMS. Los datos de estado de red, como se usa en el presente documento, pueden incluir cualquier tipo de dato relacionado con el estado de una red en general y/o uno o más elementos de red específicos en la red. Algunos de los datos de estado de red compartidos (por ejemplo, la información de alarma de resumen) pueden presentarse usando una interfaz de usuario, por ejemplo, usando una interfaz de usuario gráfica (GUI) en una estación de trabajo cliente que inicia sesión en el servidor de EMS-NMS anfitrión.

Haciendo referencia a la Figura 3, los servidores 30-1...30-n de EMS-NMS comparten datos de estado de red entre los servidores 30-1...30-n de EMS-NMS. Cada uno de los servidores 30-1...30-n de EMS-NMS en la red pueden transmitir y recibir mensajes o notificaciones que indican datos de estado de red asociados a todos los servidores de EMS-NMS. Los servidores de EMS-NMS pueden transmitir los mensajes a otros servidores de EMS-NMS registrados, por ejemplo, usando un método de estrella/difusión en el que los servidores de EMS-NMS difunden mensajes a los otros servidores o usando un método de cola de mensaje circular (CMQ) en el que los servidores 30-1...30-n de EMS-NMS transmiten mensajes a servidores vecinos. Pueden transmitirse mensajes y/o notificaciones adicionales para determinar si uno o más de los servidores 30-1...30-n de EMS-NMS no están informando o no están disponibles, por ejemplo, debido al que el servidor está caído o un enlace de DCN está caído.

Uno de los servidores de EMS-NMS, por ejemplo, el servidor 30-1 puede asignarse como el servidor anfitrión para realizar las funciones de NMS. Esta asignación puede realizarse discreta o automáticamente, por ejemplo, a través del uso de tablas de consulta en un servidor cliente. Si el servidor de EMS-NMS anfitrión falla, cualquiera de los otros servidores, por ejemplo, 30-2...30-n, puede asignarse automáticamente como el servidor anfitrión.

En el caso de que la red esté separada en dominios o islas separados, un servidor de EMS-NMS puede asignarse como un servidor anfitrión para cada uno de los dominios separados, es decir, múltiples servidores anfitrión con un servidor anfitrión por dominio. Como se muestra en la Figura 4, un fallo de red, tal como una rotura de la fibra de DCN, puede producir la separación de la red en dominios 402, 404 separados. Los dominios 402, 404 separados pueden aislarse, es decir, no pueden comunicarse entre sí. En la realización ilustrada, por ejemplo, los servidores 20-1 y 20-8...20-n pueden separarse en un primer dominio 402, y los servidores 20-2...20-7 pueden separarse en un segundo dominio 404. Como resultado del fallo de red los servidores de EMS-NMS en un dominio, por ejemplo, el primer dominio 402, no pueden comunicarse con los servidores en el otro dominio, por ejemplo, el segundo dominio 404, pero la comunicación entre los servidores en cada dominio puede sobrevivir.

En un sistema coherente con la presente divulgación, la creación de dominios separados puede dar como resultado la asignación automática de un servidor anfitrión para cada dominio, por ejemplo, usando tablas de consulta en un servidor cliente o reglas de servidor anfitrión locales. Por ejemplo, el servidor 20-2 puede asignarse como el servidor de EMS-NMS anfitrión para el dominio 404 y el servidor 20-1 puede asignarse como el servidor anfitrión para el dominio 402. Cuando se soluciona el fallo de red y los dominios de red o "islas" colapsan, los servidores anfitriones para las islas separadas pueden producir el estado de servidor anfitrión para un servidor anfitrión asignado automáticamente, por ejemplo, el servidor 20-1, para la red reparada.

La Figura 5 representa una realización de una arquitectura 500 de alto nivel lógico de una porción de un sistema de gestión de red distribuida coherente con la presente divulgación. La arquitectura lógica 500 puede incluir una o más funcionalidades de sistema de gestión de elementos (EMS), por ejemplo, el EMS 50-1, el EMS 50-2. Cada funcionalidad de EMS puede estar residente en un servidor hardware de EMS-NMS. La funcionalidad de los EMS puede incluir gestionar componentes de la red de transporte 58. Los componentes de la red de transporte pueden incluir equipo de terminación de línea, equipo de alimentación de potencia, cables (por ejemplo, cables submarinos) y/u otro equipo.

La funcionalidad de los EMS puede incluir adicionalmente comunicación con una función de sistema de gestión de red (NMS), por ejemplo, el NMS 54. La función de NMS puede estar residente en un servidor hardware de EMS-NMS. El NMS 54 puede comunicarse con un EMS subyacente, por ejemplo, el EMS 50-1, el EMS 50-2, mediante la interfaz ascendente, por ejemplo, la NBI 52-1, la NBI 52-2. En una realización, la interfaz ascendente puede ser una interfaz ascendente CORBA (Arquitectura de Negociación de Petición de Objetos Comunes). Un interfaz ascendente CORBA puede proporcionar comunicación entre aplicaciones distribuidas, es decir, que pueden ejecutarse en diferentes ordenadores y que pueden no compartir el mismo sistema operativo. Además, las aplicaciones pueden implementarse usando diferentes lenguajes de programación. En otra realización, la interfaz ascendente puede ser una interfaz de SNMP (Protocolo de Gestión de Red Simple). En otra realización, la interfaz ascendente puede ser una interfaz TL1 (Lenguaje de Transacción 1).

El NMS 54 puede comunicarse adicionalmente con una función de estación de trabajo cliente (WSF), por ejemplo, la WSF 56-1, la WSF 56-2. La WSF puede estar residente en una estación de trabajo. La estación de trabajo puede asociarse con un servidor hardware de EMS-NMS, por ejemplo, en una estación de cable. Adicionalmente o como alternativa, la estación de trabajo puede ser independiente, por ejemplo, en un sitio del cliente tal como un NOC (Centro de Operaciones de Red). La WSF puede incluir una interfaz de usuario gráfica (GUI). El estado de una red distribuida puede presentarse a un usuario mediante la GUI de la WSF. La información de gestión de red puede presentarse a un usuario mediante la GUI de la WSF. El usuario puede usar la GUI de la WSF para, por ejemplo,

solicitar el estado y/o pedir el redescubrimiento de una red.

Como se ha indicado anteriormente, una función de NMS, por ejemplo, el NMS 54, una función de EMS, por ejemplo, el EMS 50-1, y una NBI, por ejemplo, la NBI 52-1, pueden estar co-residentes en un servidor hardware (servidor de EMS-NMS). Una WSF, por ejemplo, la WSF 56-1, puede estar residente en una estación de trabajo que puede asociarse con el servidor de EMS-NMS. En algunas realizaciones, no más de una función de NMS por dominio de red puede gestionar de manera activa ese dominio en un punto en el tiempo dado. La función de NMS puede incluir por lo tanto la funcionalidad para asegurar que no más de una función de NMS esté gestionando de manera activa un dominio. La función de NMS puede incluir adicionalmente la funcionalidad para permitir la activación de otra función de NMS en el caso de un fallo de red que produzca islas, y/o fallo de servidor hardware y/o fallo de una función de NMS que esté gestionando de manera activa una red. La función de NMS puede incluir la funcionalidad para soportar la desactivación de una función de NMS adicional tras la reparación del fallo de red que produce islas.

La Figura 6 representa una realización de una función 600 de NMS coherente con la presente divulgación. La función 600 de NMS puede incluir uno o más módulos. Cada módulo puede ser un proceso de ejecución independiente y puede incluir uno o más componentes de aplicación. Cada componente de aplicación puede especializarse para realizar una función de gestión específica, por ejemplo, implementar un servidor CORBA especializado. Como se usa en el presente documento, un servidor CORBA puede incluir una estructura u objeto de datos en un lenguaje de programación que se usa para implementar la funcionalidad de un objeto CORBA.

La función 600 de NMS puede incluir un Módulo 610 de OSF (Función de Soporte de Operaciones), un Módulo 620 de NBI (Interfaz Ascendente), un Módulo 630 Gestor de Correlación, un Servicio de Nombres 640 CORBA y un Servicio de Eventos 650 CORBA. Cada módulo 610, 620, 630 puede tener un componente de gestor de aplicación 612, 622, 632 asociado, respectivamente. El Módulo 610 de OSF puede incluir adicionalmente un Componente Gestor de Topología 614, un Componente Gestor de Rendimiento 616 y un Componente Gestor de Fallos 618. El Módulo 620 de NBI puede incluir adicionalmente un Componente de Protocolo 624. El Módulo 630 Gestor de Correlación puede incluir adicionalmente un Componente Gestor de Correlación 634. Cada módulo 610, 620, 630 puede publicar su referencia de objeto servidor CORBA en el Servicio de Nombres 640 CORBA y puede enviar y/o recibir mensajes de notificación autónomos mediante el Servicio de Eventos 650 CORBA. Un ciclo de vida del módulo puede controlarse mediante su componente gestor de aplicación asociado y sus otros componentes pueden activarse y/o desactivarse en consecuencia.

El Módulo 610 de OSF puede ejecutarse independientemente de cualquier otro módulo en la función 600 de NMS. El Componente Gestor de Aplicación del Módulo 612 de OSF puede controlar el comportamiento de la ejecución de la función 600 de NMS. Por ejemplo, el Componente Gestor de Aplicación del Módulo 612 de OSF puede determinar si un cliente puede soportarse de manera activa.

La Figura 7 ilustra una realización de un diagrama de transición de estado 700 de un Componente Gestor de Aplicación del Módulo de OSF ("Aplicación de Servidor") coherente con la presente divulgación. El diagrama de transición de estado 700 incluye estados y transiciones de estados. Un estado puede incluir una o más tareas que realiza una Aplicación de Servidor. Un estado puede identificar adicionalmente qué servicios que una Aplicación de Servidor puede soportar en qué estado. Por ejemplo, los servicios pueden incluir comprobaciones de estado de ejecución cuando se solicitan mediante un usuario (por ejemplo, mediante una GUI de la WSF). Las transiciones de estado pueden regirse mediante hitos alcanzados en una ejecución de componente gestor de aplicación, operaciones de comprobación de auto-validez y/o solicitudes emitidas por el usuario. Las transiciones de estado pueden ser inter- y/o intra-estado y pueden notificarse a aplicaciones cliente mediante mensajes autónomos.

Tras el Arranque 710, la Aplicación de Servidor puede comprobar en primer lugar la disponibilidad de los recursos locales que puede necesitar para su inicialización. La Aplicación de Servidor puede comprobar también la disponibilidad de soporte de ejecución para las características que proporciona. En otras palabras, la Aplicación de Servidor puede verificar que su entorno de ejecución está configurado apropiadamente y que los recursos están disponibles para que se inicie una sesión de servidor. Por ejemplo, la Aplicación de Servidor puede verificar la disponibilidad de ficheros de configuración de aplicación, configuración de servidor y/o recursos de sistema. Si están disponibles los recursos locales y/o el soporte de ejecución, la Aplicación de Servidor puede pasar a un estado de Inicialización 720. De otra manera, la Aplicación de Servidor puede registrar mensajes apropiados (por ejemplo, fallo de inicialización) y puede pasar a un estado 780 de Apagado.

Cuando en el estado de Inicialización 720, la Aplicación de Servidor puede procesar su fichero de configuración de ejecución, que puede definir el comportamiento de la Aplicación de Servidor en tiempo de ejecución y puede regir los estados que seguirá la Aplicación de Servidor. En una realización, el fichero de configuración de ejecución puede determinar si la Aplicación de Servidor realizará un descubrimiento de topología de sistema de cable o procesar un fichero de configuración de topología de red anteriormente creado. La Aplicación de Servidor puede determinar adicionalmente si sobrescribir automáticamente un fichero de configuración de topología, si existe, después de que se realiza un descubrimiento de topología. En otra realización, el fichero de configuración de ejecución puede determinar si la Aplicación de Servidor puede co-existir con otras instancias de aplicación de servidor y el estado de

prioridad de activación de la instancia de la Aplicación de Servidor. En otra realización, el fichero de configuración de ejecución puede incluir un intervalo de tiempo para la detección de conflictos de aplicación de servidor y puede indicar si otros anfitriones servidores (es decir, servidores hardware de EMS-NMS o servidores software EMS o NMS) pueden estar disponibles.

5 En el estado de Inicialización 720, la Aplicación de Servidor puede servir solicitudes de usuario cliente en relación con su estado de ejecución. La Aplicación de Servidor puede pasar a este estado, desde un estado en Reposo 770, por ejemplo, en respuesta a una solicitud de usuario, por ejemplo, solicitud de activación emitida por el usuario. La Aplicación de Servidor puede pasar también al estado de Inicialización 720 desde el estado de Arranque 710 (es decir, pueden estar disponibles los recursos para inicializar y/o el soporte de ejecución).

15 La Aplicación de Servidor puede realizar una o más tareas en el estado de Inicialización 720. Las tareas pueden incluir crear y registrar un servidor de aplicación de servidor usando, por ejemplo, un Servicio de Nombres CORBA (por ejemplo, el Servicio de Nombres 640 CORBA). Las tareas pueden incluir adicionalmente crear canales de eventos para mensajes autónomos usando, por ejemplo, un Servicio de Eventos CORBA (por ejemplo, el Servicio de Eventos 650 CORBA). En una realización, las tareas pueden incluir detectar y evitar conflictos con otras aplicaciones de servidor posiblemente activas (es decir, otras funciones de NMS). Las tareas pueden incluir adicionalmente asegurar la sincronización de configuraciones de aplicación definidas por usuario. Las tareas pueden incluir adicionalmente detectar y activar una opción de carga de topología apropiada.

20 Por ejemplo, detectar conflictos de servidor puede dar como resultado conflictos de servidor no detectados o conflictos de servidor detectados. Si no se detectan conflictos de servidor, la Aplicación de Servidor puede pasar a un siguiente estado apropiado. El siguiente estado apropiado puede determinarse de acuerdo con el fichero de configuración de ejecución de la Aplicación de Servidor. Por ejemplo, la Aplicación de Servidor puede pasar a un estado 730 de Cargar Fichero de Configuración o a un estado 740 de Descubrir Topología.

25 Si se detecta un conflicto de servidor y no puede ponerse en contacto un servidor en conflicto, la Aplicación de Servidor puede pasar a un siguiente estado apropiado. El siguiente estado apropiado puede determinarse de acuerdo con el fichero de configuración de ejecución de la Aplicación de Servidor. Por ejemplo, la Aplicación de Servidor puede pasar al estado 730 de Cargar Fichero de Configuración o al estado 740 de Descubrir Topología. Por ejemplo, si un apareció un fallo de DCN local a la Aplicación de Servidor, a continuación la Aplicación de Servidor puede aislarse. En este caso, la Aplicación de Servidor puede no ponerse en contacto con otra, potencialmente en conflicto, instancia de NMS. Reparar el fallo de DCN puede solucionar esta situación.

35 Si se detecta un conflicto y puede ponerse en contacto con el servidor en conflicto, a continuación pueden producirse los siguientes escenarios. Si el servidor en conflicto tiene preferencia de activación superior sobre la instancia de la Aplicación de Servidor de inicialización, la Aplicación de Servidor puede registrar los mensajes apropiados y pasar al estado 770 En Reserva. Si el servidor en conflicto tiene preferencia de activación inferior en relación con la instancia de la Aplicación de Servidor de inicialización, la Aplicación de Servidor puede continuar a un siguiente estado apropiado, de acuerdo con su fichero de configuración de ejecución. Si el servidor en conflicto tiene la misma preferencia de activación que la instancia de la Aplicación de Servidor de inicialización entonces si el nivel de prioridad de activación de la Aplicación de Servidor de inicialización es superior que el nivel de prioridad de activación del servidor en conflicto entonces la Aplicación de Servidor pueden continuar al siguiente estado apropiado, de acuerdo con su fichero de configuración de ejecución. De otra manera, la Aplicación de Servidor puede registrar el mensaje apropiado y pasar al estado 770 En Reserva. La preferencia de activación puede basarse en el protocolo de comprobación de estado de ejecución y detección de conflicto, analizados en más detalle a continuación.

40 La Aplicación de Servidor puede pasar del estado de Inicialización 720 como sigue. La Aplicación de Servidor puede pasar al estado 730 de Cargar Fichero de Configuración y/o al estado 740 de Descubrir Topología, tras la finalización, dependiendo de su fichero de configuración de ejecución. La Aplicación de Servidor puede pasar al estado 770 En Reserva como resultado de detección de conflicto de servidor y/o en respuesta a una solicitud de En Reserva emitida por el cliente. La Aplicación de Servidor puede pasar a Apagado 780 en respuesta a una solicitud de Apagado. Las solicitudes de usuario que pueden servirse durante este estado incluyen comprobación de estado de ejecución, servidor en reserva y/o apagado de servidor.

45 En el estado 770 En Reserva, la Aplicación de Servidor puede no monitorizar de manera activa la red. Si se recibe una solicitud de activación, la Aplicación de Servidor puede pasar al estado de Inicialización 720 y puede continuar de acuerdo con su configuración de ejecución. La Aplicación de Servidor puede pasar al estado 770 En Reserva en respuesta a una solicitud iniciada por el cliente. Por ejemplo, un usuario puede emitir una solicitud En Reserva usando una GUI de la WSF, cuando se está realizando el mantenimiento del sistema.

50 La Aplicación de Servidor puede pasar al estado 770 En Reserva como resultado de detección de conflicto de servidor. Por ejemplo, en un entorno de único servidor, puede detectarse un conflicto de servidor durante el estado de Inicialización 720 y/o durante la gestión de red activa (es decir, estado 760 de Ejecución). La Aplicación de Servidor puede a continuación auto-imponerse un paso al estado 770 En Reserva, de acuerdo con un protocolo de

## ES 2 545 776 T3

consolidación de instancia de NMS (analizado en más detalle a continuación).

5 La Aplicación de Servidor puede pasar del estado 770 En Reserva al estado de Inicialización 720 en respuesta a una solicitud de activación emitida por el cliente y/o al estado 780 de Apagado en respuesta a una solicitud de apagado. Las solicitudes del usuario que pueden servirse durante el estado 770 En Reserva pueden incluir comprobación de estado de ejecución, activación de servidor, servidor en reserva y apagado de servidor.

10 En el estado 730 de Cargar Fichero de Configuración, la Aplicación de Servidor puede intentar procesar un fichero de configuración de topología preexistente y crear entidades gestionadas por red basándose en sus contenidos. Los sistemas de EMS subyacentes pueden ponerse en contacto únicamente para proporcionar actualizaciones para estados de ejecución de las entidades de configuración de red. La Aplicación de Servidor puede realizar una o más tareas durante el estado 730 de Cargar Fichero de Configuración. Las tareas pueden incluir crear elementos gestionados, crear canales de eventos relacionados con topología y/o actualizar información gestionada. Las anomalías y/o excepciones que pueden aparecer durante la realización de estas tareas pueden registrarse.

15 La Aplicación de Servidor puede pasar del estado 730 de Cargar Fichero de Configuración a un estado 750 de Sincronizar Alarmas tras la finalización satisfactoria de una carga de topología. La Aplicación de Servidor puede pasar a un estado 740 de Descubrir Topología, si no puede cargarse la configuración de la topología.

20 La Aplicación de Servidor puede pasar del estado 730 de Cargar Fichero de Configuración al estado 770 En Reserva en respuesta a una solicitud de en reserva emitida por el cliente y/o al estado 780 de Apagado en respuesta a una solicitud de apagado. Las solicitudes de usuario que pueden servirse durante el estado 730 de Cargar Fichero de Configuración pueden incluir comprobación de estado de ejecución, servidor en reserva y apagado de servidor.

25 En el estado 740 de Descubrir Topología, la Aplicación de Servidor puede realizar descubrimiento de topología de red y/o puede crear las entidades gestionadas por red. La Aplicación de Servidor puede basarse en sistemas de NBI subyacentes para proporcionar la topología e información de configuración actualizada. La Aplicación de Servidor puede realizar una o más tareas durante estado 740 de Descubrir Topología. Las tareas pueden incluir poner en contacto un servicio de nombres de sistema de cable de NBI (por ejemplo, el servicio de nombres 640 CORBA), descubrir topología de sistema, crear elementos gestionados, actualizar información gestionada, crear canales de eventos relacionados con topología, generar un fichero de configuración de topología de acuerdo con el fichero de configuración de ejecución y generar una traza de camino para aplicaciones de servidor, de acuerdo con el fichero de configuración de ejecución. Las anomalías y excepciones que pueden aparecer pueden notificarse a los clientes y registrarse en un fichero especializado. Únicamente pueden gestionarse entidades de red creadas satisfactoriamente.

35 La Aplicación de Servidor puede pasar al estado 740 de Descubrir Topología en respuesta a una solicitud iniciada por el cliente, por ejemplo, un cliente de la WSF emite una solicitud para descubrir topología. La Aplicación de Servidor puede pasar estado 740 de Descubrir Topología cuando el servidor está arrancando y no se ha detectado conflicto de servidor. La Aplicación de Servidor puede pasar al estado 740 de Descubrir Topología desde el estado 730 de Cargar Fichero de Configuración si la carga de la información de topología fue insatisfactoria.

40 La Aplicación de Servidor puede pasar del estado 740 de Descubrir Topología al estado 750 de Sincronizar Alarmas tras la finalización satisfactoria del descubrimiento de topología. La Aplicación de Servidor puede pasar del estado 740 de Descubrir Topología al estado 770 En Reserva en respuesta a una solicitud de en reserva emitida por el cliente y/o al estado 780 de Apagado en respuesta a una solicitud de apagado. Las solicitudes de usuario que pueden servirse durante el estado 740 de Descubrir Topología pueden incluir comprobación de estado de ejecución, servidor en reserva y apagado de servidor.

45 En el estado 750 de Sincronizar Alarmas, la Aplicación de Servidor puede haber descubierto y cargado la topología de red. La Aplicación de Servidor puede a continuación borrar los contenidos de una lista de alarmas activa. La Aplicación de Servidor puede re-sincronizar la información de fallos con los sistemas de EMS subyacentes mediante la interfaz de NBI (por ejemplo, las NBI 52-1, 52-2). La Aplicación de Servidor puede realizar una o más tareas durante el estado 750 de Sincronizar Alarmas. Las tareas pueden incluir la limpieza de una lista de alarmas actual, conexión a canales de eventos creados por el EMS, sincronizar alarmas con el EMS subyacente y notificar a los clientes (por ejemplo, las WSF 56-1, 56-2) de las NBI de los EMS y de los canales de eventos que no responden.

50 La Aplicación de Servidor puede pasar del estado 750 de Sincronizar Alarmas a un estado 760 de Ejecución tras la finalización satisfactoria de la sincronización de la alarma. La Aplicación de Servidor puede pasar del estado 750 de Sincronizar Alarmas al estado 770 de En Reserva en respuesta a una solicitud de en reserva emitida por el cliente y/o al estado 780 de Apagado en respuesta a una solicitud de apagado. Las solicitudes de usuario que pueden servirse durante el estado 750 de Sincronizar Alarmas pueden incluir comprobación de estado de ejecución, servidor en reserva y apagado de servidor.

55 En el estado 760 de Ejecución, la Aplicación de Servidor puede posibilitar servir solicitudes de cliente y/o puede procesar notificaciones entrantes recibidas desde sistemas de EMS subyacentes. Las notificaciones entrantes

pueden incluir establecimientos de alarma y borrados de alarma. La Aplicación de Servidor puede realizar una o más tareas durante el estado 760 de Ejecución. Las tareas pueden incluir escuchar y/o procesar mensajes autónomos, gestionar conectividad de canal de eventos, servir solicitudes de cliente y enviar una notificación de latido a clientes.

5 Una notificación de latido puede ser una señal periódica entre un servidor (por ejemplo, la Aplicación de Servidor) y un cliente (por ejemplo, la WSF) que indica que el servidor está en ejecución. Antes de enviar una notificación de latido, la Aplicación de Servidor puede resetear su estado de progreso de ejecución. Tras recibir una notificación de latido, un cliente puede emitir una solicitud para el estado de ejecución de la Aplicación de Servidor. La Aplicación de Servidor puede actualizar su estado de progreso de ejecución incrementando su número de clientes activos para  
10 cada solicitud de estado de ejecución recibida.

La Aplicación de Servidor puede pasar del estado 760 de Ejecución a un estado 740 de Descubrir Topología en respuesta a una solicitud emitida por el cliente. La Aplicación de Servidor puede pasar del estado 760 de Ejecución al estado 750 de Sincronizar Alarmas en respuesta a una solicitud emitida por el cliente. La Aplicación de Servidor  
15 puede pasar del estado 760 de Ejecución al estado 770 de En Reserva en respuesta a una solicitud de en reserva emitida por el cliente y/o como resultado de detección de conflicto de servidor. La Aplicación de Servidor puede pasar del estado 760 de Ejecución a estado 780 de Apagado en respuesta a una solicitud de apagado y/o como resultado de detección de conflicto de servidor. Las solicitudes de usuario que pueden servirse durante el estado 760 de Ejecución pueden incluir comprobación de estado de ejecución, servidor en reserva y apagado de servidor.

20 Cuando se pasa del Estado 760 de Ejecución la Aplicación de Servidor puede detener cualquier tarea periódica relacionada con el estado en ejecución que pueda haberse planificado y liberar incondicionalmente cualquier bloqueo de recurso pendiente que pueda haberse concedido.

25 En el estado 780 de Apagado, la Aplicación de Servidor ya no puede servir solicitudes de cliente distintas del estado de ejecución. Una vez iniciado, el procedimiento de apagado de servidor no puede interrumpirse y se descartan las notificaciones entrantes. Cuando la Aplicación de Servidor se está apagando, puede desconectarse desde los canales de eventos de EMS, anular el registro desde el servicio de nombres, notificar a los clientes, cerrar ficheros de registro y/o liberar recursos de sistema anfitrión de servidor usados mediante la Aplicación de Servidor.

30 Durante la operación, un sistema de gestión de red distribuida puede funcionar como sigue. Tras el arranque, un usuario cliente (por ejemplo, la WSF 56-1) puede intentar conectar a una instancia de NMS activa existente. Si no se encuentra ninguna a continuación el cliente puede activar una instancia de NMS, enviando una solicitud de arranque.

35 Como se ha indicado anteriormente, una función de NMS puede instalarse y configurarse en un servidor hardware de EMS-NMS en cada estación de cable en un sistema de cable. Ciertos servidores hardware de EMS-NMS de estación de cable pueden elegirse para no alojar un servidor de NMS. Bajo condiciones normales, al menos una instancia de NMS puede estar activa en la red, a menos que un usuario apague manualmente o establezca cada  
40 instancia de NMS a En Reserva.

El grupo servidor de una red dada puede configurarse para soportar instancias de NMS únicas o múltiples. Cuando se configura para múltiples instancias, la aplicación de servidor puede desactivar su ejecución de protocolo de detección de conflicto. Cuando se configura el modo de instancia única, el protocolo de detección de conflicto puede  
45 ejecutarse para imponer una única instancia de NMS activa en la red. El protocolo puede basarse en la operación de comprobación de estado de ejecución del servidor.

La comprobación de estado de ejecución puede permitir a las instancias de NMS y de WSF solicitar el estado de ejecución de otra instancia de NMS. Basándose en los resultados recibidos, las instancias de NMS y de WSF  
50 pueden decidir su relación con esa instancia de NMS. Los clientes de la WSF, por ejemplo, pueden decidir si consultar una instancia de NMS diferente. Las instancias de NMS pueden usar la respuesta para resolver conflictos de activación de instancias en el arranque y tras la restauración de la interrupción de la comunicación de la DCN.

El estado de ejecución puede incluir tres componentes: el estado de ejecución de la aplicación de servidor, su estado de progreso y su prioridad de activación. El estado de ejecución de la aplicación de servidor puede corresponder a su estado de ciclo de vida (por ejemplo, como se muestra en la Figura 7) en que la instancia se está ejecutando actualmente. Los estados de ciclo de vida pueden incluir un orden de preferencia. Por ejemplo, el orden de preferencia (de la más alta a la más baja) puede ser ejecutar, sincronizar alarmas, descubrir topología, cargar fichero de configuración, inicializar, en espera y apagado. Las WSF pueden usar el estado de ejecución de aplicación de servidor para determinar si una instancia de NMS está lista para servir solicitudes. Las WSF pueden  
60 usar también el estado de ejecución de la aplicación para determinar cómo controlar el comportamiento de ejecución de la aplicación de servidor para asegurar que la WSF se servirá mediante esa instancia de NMS u otra.

El estado de progreso de la aplicación de servidor puede ser el progreso relativo de la aplicación de servidor mientras que ejecuta los estados de Inicialización o de Ejecución. La resolución de conflictos puede resolverse en los estados de Inicialización y de Ejecución. Por ejemplo, durante la Inicialización, el estado de progreso puede  
65

indicar cuántos de los servidores de NMS potenciales se han puesto en contacto. Esta información puede usarse para detectar y evitar múltiples instancias de servidor, si el sistema se ha configurado para permitir únicamente un servidor activo por dominio. Durante el estado de Ejecución, el estado de progreso puede indicar cuántas instancias de WSF se han registrado para soportarse mediante la instancia de NMS. Ya que el protocolo de resolución de conflictos puede ejecutarse durante los estados de Inicialización y Ejecución, el estado de progreso puede no ser significativo cuando se informa junto con otros estados de ejecución.

El nivel de prioridad de activación de la aplicación de servidor puede ser un indicador de preferencia que puede determinarse tras la configuración del sistema. El nivel de prioridad de activación puede usarse para identificar un servidor hardware de EMS-NMS preferido para alojar la instancia de NMS activa que monitoriza la red, cuando no se permiten múltiples instancias de NMS. La definición de Prioridad de Activación puede depender de la topología de red y disponibilidad de recursos.

El estado de Progreso de Ejecución de la aplicación de servidor y el nivel de prioridad de activación pueden soportar un protocolo de detección de conflictos. El estado de progreso de ejecución de la aplicación de servidor y el nivel de prioridad de activación pueden permitir que una instancia de NMS compare su estado de ejecución con los estados de ejecución de otras instancias de NMS. En una realización, la preferencia relativa de estos atributos, al comprobar conflictos de ejecución, puede ser configurable. Por ejemplo, si el progreso de ejecución se establece a una preferencia superior que un nivel de prioridad de activación, la instancia de NMS que ha progresado adicionalmente en el proceso de inicialización y/o que está sirviendo más clientes puede tener preferencia a permanecer activa. Esta configuración puede minimizar la tara asociada a un cliente que puede verse afectado por una des-activación de la instancia de NMS (es decir, la instancia de NMS que se apaga o que va al modo En Reserva). Cuando la prioridad de activación se establece a preferencia superior que el progreso de ejecución, la instancia de NMS con una prioridad de activación superior puede tener preferencia a permanecer o hacerse activa. La instancia de NMS con una preferencia inferior puede continuar a una des-activación auto-impuesta.

Al igual que otras solicitudes, una comprobación de estado de ejecución puede proporcionar al servidor con una identificación del solicitante. La identificación del solicitante puede contener su tipo de instancia (NMS o WSF) y su anfitrión, que permite al servidor identificar al solicitante. Esta información puede ser útil cuando se detecta conflictos después de la interrupción de la DCN.

Un fichero de configuración de ejecución de servidor puede determinar si múltiples instancias de NMS pueden estar simultáneamente activas en una red. En lugar de imponer múltiples instancias de NMS, este mecanismo puede usarse para asegurar que únicamente una única instancia de NMS está activa, cuando se configura así. Permitir múltiples instancias de NMS puede determinarse en la configuración del sistema. Permitir múltiples instancias de NMS puede aumentar la disponibilidad de NMS pero puede aumentar también la tara de ejecución. El beneficio-coste relativo puede ser dependiente del sistema.

Cuando un servidor se inicia, la instancia de NMS puede intentar gestionar la red y puede moverse al estado de Inicialización. Si se permiten múltiples instancias entonces la instancia de NMS puede continuar a través del ciclo de vida de la aplicación (por ejemplo, como se muestra en la Figura 7) hasta que alcanza el estado de Ejecución, sin comprobar conflictos. Si se ha seleccionado una única instancia de NMS activa, entonces puede ejecutarse el protocolo de detección de conflictos de servidor, como se describe en las siguientes secciones.

La detección de conflictos puede aparecer durante el estado de Inicialización y/o el estado de Ejecución. Las instancias de NMS potencialmente en conflicto pueden indicarse en un fichero de configuración de ejecución del servidor. En el estado de Inicialización, para detectar instancias de NMS activas, cada NMS puede ponerse en contacto con cada anfitrión de servidor potencial identificado en su fichero de configuración de ejecución, empezando con un servidor local. En un servicio de nombres local, una instancia de NMS puede publicarse a sí misma y ponerse a disposición para el acceso de los clientes (por ejemplo, mediante una instancia de WSF).

Por ejemplo, haciendo referencia a la Figura 8, si se selecciona el modo de única instancia de NMS, entonces el servidor de inicialización puede ponerse en contacto con un servidor remoto y pedir su estado de ejecución 810. El servidor remoto puede responder 820. El servidor de inicialización puede comparar la respuesta con su propio estado de ejecución 830, para determinar si continuar con su proceso de inicialización 850 o pasar al estado 860 En Reserva. Si el estado de ejecución de la instancia de NMS remoto tiene una preferencia superior que el estado de ejecución del servidor local, entonces el servidor local puede abortar su inicialización y pasar al estado 860 En Reserva. De otra manera, el servidor local puede continuar para hacerse una instancia 850 de NMS activa. El mecanismo de detección de conflictos de servidor, combinado con una lista de servidores de NMS, definida en el fichero de configuración de ejecución de servidor, puede añadir flexibilidad al despliegue del servidor. Por ejemplo, puede definirse un conjunto de anfitriones de servidor preferidos. La selección de un anfitrión de servidor preferido puede depender de la topología de red, disponibilidad de recursos y análisis y estimaciones de carga de trabajo de ejecución.

Durante la operación, una DCN (red de comunicación de datos) puede interrumpirse debido a, por ejemplo, un fallo de cable. Una interrupción de DCN puede crear uno o más dominios de EMS y/o clientes de WSF distintos. Aunque

puede existir comunicación intradominio, la comunicación interdominio puede perderse. Antes de la interrupción, suponiendo que no hay fallos de creación de islas y suponiendo una configuración de único servidor, un servidor puede gestionar de manera activa la red. Tras la interrupción de la DCN, pueden aparecer particiones de red y las instancias de WSF aisladas del servidor activo pueden activar una o más instancias de NMS adicionales. Por consiguiente, múltiples instancias de NMS pueden hacerse simultáneamente activas. Las múltiples instancias de NMS pueden no estar en conflicto si únicamente un servidor está activo por dominio. Cuando se restaura la DCN, las múltiples instancias de NMS pueden estar en conflicto, es decir, múltiples servidores activos en un dominio. En una realización, las instancias de NMS activas pueden resolver un conflicto de este tipo y consolidarse a un único servidor activo por dominio.

La resolución y consolidación de conflictos puede conseguirse como sigue. Cada fichero de configuración de ejecución del servidor activo puede contener una lista de servidores de NMS potenciales. Cada servidor de NMS activo (es decir, en el estado de Ejecución) puede comprobar periódicamente el estado de ejecución de cada uno de los otros servidores de NMS potenciales y por consiguiente moverse a un estado En Reserva o no. Cada instancia de NMS puede almacenar en caché el estado de ejecución de cada servidor de NMS en la red. Esta información puede obtenerse inicialmente cuando el servidor de NMS se inicia en primer lugar, como parte de su proceso de inicialización.

La Figura 9 representa un diagrama de temporización 900 ejemplar que indica los estados de dos servidores de NMS (Servidor A y Servidor B) y el estado almacenado en caché del otro servidor (Servidor B y Servidor A, respectivamente). Los estados de los dos servidores de NMS y sus contenidos de caché pueden cambiar a través del tiempo y en respuesta a ciertos eventos, por ejemplo, aparición y/o resolución de un fallo de creación de islas de DCN. Los intervalos de tiempo mostrados en el diagrama 900 son arbitrarios y son para fines ilustrativos. El diagrama 900 incluye únicamente dos servidores de NMS por simplicidad. La funcionalidad descrita puede ser aplicable a cualquier número de servidores de NMS.

Por ejemplo, en el arranque del sistema de cable, un servidor activo puede solicitar eventualmente el estado de ejecución de todas las otras instancias de NMS. Las instancias de NMS que ya pueden ejecutarse y ponerse en contacto satisfactoriamente estarán en los estados de Inicialización, En Reserva o Apagado. El servidor activo puede establecer el estado de ejecución de cualquiera de las instancias de NMS no puestas en contacto satisfactoriamente a un estado Desconocido. Para cada solicitud de estado de ejecución recibida, el servidor que recibe la solicitud puede actualizar su estado de ejecución almacenado en caché del servidor solicitante, estableciéndolo a Desconocido.

Haciendo referencia a la Figura 9, en el tiempo  $t = 0^-$ , el Servidor A puede estar en un estado 910 de Ejecución y el Servidor B puede estar en un estado 915 En Reserva. Los Servidores A y B pueden estar en el mismo dominio, es decir, no hay fallos de creación de islas entre el Servidor A y el Servidor B. En algún punto en el tiempo, antes de  $t = 0^-$ , el Servidor A puede haber solicitado satisfactoriamente el estado de ejecución del Servidor B. La caché del Servidor B puede indicar que el estado de ejecución de A es Desconocido 915, como resultado de que el Servidor A solicita el estado de ejecución del Servidor B. Mientras que el Servidor B está en el estado En Reserva, el Servidor B puede no solicitar el estado de ejecución del Servidor A. La caché del Servidor A puede indicar que el estado de ejecución del Servidor B está En Reserva 910.

En un sistema estable, todas las instancias de NMS no activas pueden eventualmente estar en un estado En Reserva. Las instancias de NMS en el estado En Reserva pueden no solicitar el estado de ejecución del servidor activo. La memoria caché del servidor activo puede contener datos que indican el estado de ejecución de los otros servidores. Puesto que los servidores que están en el estado En Reserva pueden no solicitar el estado de ejecución del servidor activo, sus estados de ejecución en la caché del servidor activo pueden no cambiar. Por lo tanto, el servidor activo puede no solicitar adicionalmente otros estados de ejecución de servidor, eliminando la tara de comunicación adicional.

Por ejemplo, si aparece una interrupción de DCN, entonces una o más instancias de NMS pueden activarse y pueden alcanzar el estado de Ejecución. Una instancia de NMS activa (por ejemplo, el servidor A) puede no ponerse en contacto satisfactoriamente mediante el servidor recién activado (por ejemplo, el servidor B). Si el servidor A se puso en contacto satisfactoriamente mediante el servidor B, entonces el servidor B puede no activarse, es decir, el servidor A y el servidor B estarían en el mismo dominio. Puesto que el servidor B puede no ponerse en contacto satisfactoriamente con el servidor A, el estado de ejecución del servidor A en la información almacenada en caché del servidor B puede establecerse a Desconocido.

Haciendo referencia de nuevo a la Figura 9, en el tiempo  $t = 0$  ha aparecido un fallo de DCN. Como resultado de este fallo, el Servidor A y el Servidor B ya no pueden comunicarse. El Servidor A y el Servidor B pueden estar en dominios y/o islas separados. En el tiempo  $t = 0^+$ , el Servidor B puede haber recibido, por ejemplo, una solicitud para activar desde una WSF. Por consiguiente, el Servidor B puede estar en un estado 925 de Inicialización. El Servidor B puede solicitar insatisfactoriamente el estado del Servidor A, y puede por lo tanto establecer el estado de ejecución del Servidor A en la caché del Servidor B a Desconocido 925 y el Servidor B puede continuar con sus funciones de inicialización. El Servidor A puede permanecer en el estado 920 de Ejecución. Entre el tiempo  $t = 0$  y el

tiempo  $t = 0+$ , el Servidor A puede solicitar el estado de ejecución del Servidor B. Como resultado del fallo de la DCN, el Servidor B puede no responder al Servidor A, por lo que puede establecerse también el estado de ejecución del Servidor B en la caché del Servidor A a Desconocido 920. En el tiempo  $t = T-$ , el Servidor B puede pasar al estado 935 de Ejecución. El Servidor A puede permanecer en el estado 930 de Ejecución. Sin comunicación entre el Servidor A y el Servidor B, las cachés respectivas del Servidor A y del Servidor B pueden indicar que el otro estado del servidor es Desconocido 930, 935.

Periódicamente, el Servidor B puede solicitar el estado de ejecución del servidor A. En el tiempo  $t = T$ , por ejemplo, puede restablecerse la conectividad de la DCN. El Servidor A y el Servidor B pueden comunicarse de nuevo satisfactoriamente. Después de que se re-establece la conectividad de la DCN, en el siguiente intervalo de comprobación de ejecución, por ejemplo, en el tiempo  $t = T+1$ , el Servidor B puede ponerse en contacto satisfactoriamente con el Servidor A. El Servidor A y el Servidor B pueden ambos estar en el estado 940, 945 de Ejecución y el estado del Servidor A en la caché del Servidor B puede establecerse a Ejecución 945. El Servidor B puede a continuación decidir si permanecer activo o ir al modo En Reserva basándose en la respuesta del Servidor A. Esta solicitud de estado de ejecución puede actualizar el estado de ejecución del Servidor B en la información almacenada en caché del Servidor A a Desconocido 940 y puede producir que el Servidor A compruebe el estado de ejecución del Servidor B en el siguiente intervalo de comprobación, por ejemplo, en el tiempo  $t = T+2$ . Como resultado de la solicitud del Servidor A para el estado de ejecución del Servidor B, el estado de ejecución del Servidor A en la caché del Servidor B puede establecerse a Desconocido 955. El estado de ejecución de tanto el Servidor A como el Servidor B pueden permanecer en Ejecución 950, 955. El Servidor A puede a continuación decidir si permanecer activo o ir al modo En Reserva, de acuerdo con la respuesta del Servidor B.

Si el Servidor B permanece activo, a continuación el Servidor A puede ir al estado En Reserva y el Servidor B puede hacerse el único servidor activo en la red. Por ejemplo, en el tiempo  $t = T+3$ , el Servidor A puede pasar al estado 960 En Reserva y el Servidor B puede permanecer en el Estado 965 de Ejecución. Ambas cachés de los servidores permanecen sin cambiar, establecidas a Desconocido 960, 965. El Servidor B puede solicitar el estado de ejecución del Servidor A en su siguiente intervalo de petición, por ejemplo, en el tiempo  $t = T+4$ . Como resultado de esta solicitud, el estado de ejecución del Servidor B en la caché del Servidor A, puede establecerse a (es decir, permanecer en) Desconocido 970 y el estado de ejecución del Servidor A en la caché del Servidor B puede establecerse a En Reserva 975. En el estado En Reserva, el Servidor A puede no solicitar el estado de ejecución del Servidor B, por lo tanto, el estado de ejecución del Servidor B en la caché del Servidor A puede permanecer establecido a Desconocido 970.

Haciendo referencia a la Figura 10, puesto que tanto el Servidor A como el Servidor B están en el estado 1010 de Ejecución, la decisión de ir al modo En Reserva puede depender de la preferencia de ejecución relativa de los servidores 1020. Si la preferencia de ejecución depende del progreso de ejecución entonces la instancia de NMS que permanecerá activa puede determinarse de acuerdo con el progreso relativo de cada instancia 1050 de NMS, es decir, cuántos clientes de la WSF está sirviendo cada uno y, finalmente, la prioridad de activación de cada servidor. Si la preferencia de ejecución depende de la prioridad de activación 1030, entonces el servidor con prioridad más alta puede permanecer activo 1040. Si ambos servidores tienen la misma prioridad de activación entonces el servidor con el progreso de ejecución más alto permanecerá activo 1060. Si ambos servidores tienen el mismo progreso de ejecución, entonces ambos pueden pasar al estado 1070 En Reserva y uno de ellos puede reactivarse mediante un cliente de WSF.

La gestión de la configuración puede conseguirse cuando los servidores de EMS-NMS "pegan" los puntos de terminación descubiertos por separado de EMS en los caminos de red apropiados. Este pegado puede aparecer en cualquier momento que un nuevo servidor de NMS se hace activo o en cualquier momento que un usuario fuerza un redescubrimiento de la red, por ejemplo, usando un panel de GUI.

La Figura 11 representa una vista de alto nivel de capas de una red distribuida, por ejemplo, una red de fibra óptica submarina. La red distribuida puede incluir tres capas. Una primera capa puede ser una capa 1110 de sección de transmisión óptica (OTS). La capa 1110 de OTS puede incluir fibras ópticas y sus interconexiones. Una segunda capa puede ser una capa 1120 de sección de multiplex óptico (OMS). La capa 1120 de OMS puede incluir canales multiplexados de señales ópticas. Una tercera capa puede estar en una capa 1130 de canal óptico (OCH).

Una capa puede incluir uno o más caminos. Un camino puede incluir una o más conexiones y al menos un punto de terminación. Por ejemplo, un camino 1135 de OCH puede incluir dos terminaciones y un canal que las conecta. Un camino 1125 de OMS puede formarse enlazando en una secuencia, una o más conexiones de OMS. Una conexión de OMS puede soportarse mediante un camino 1115 de OTS que puede corresponder a un enlace físico, por ejemplo, una fibra.

Una función de NMS (por ejemplo, el NMS 54) puede conseguir la generación dinámica de caminos descubriendo puntos de terminación y sus punteros de conectividad y a continuación combinar/pegar los puntos de terminación y sus punteros de conectividad en caminos de red apropiados. El descubrimiento y pegado puede realizarse en tiempo real y puede tomar únicamente unos pocos minutos para sistemas relativamente grandes. La generación de caminos y la información de inventario de caminos pueden usarse para tanto una característica de gestión de fallos, por

ejemplo, el componente gestor de fallos 618 y una característica de gestión de rendimiento, por ejemplo, el componente gestor de rendimiento 616.

Una característica de gestión de configuración de la WSF puede soportar designación del usuario de nombres de clientes, notas, etc., que pueden asociarse con caminos de OCH, por ejemplo, el camino 1135 de OCH. Una función de EMS residente en un servidor hardware de EMS-NMS puede mantener una base de datos de inventario de equipo. Una función de NMS, por ejemplo, el NMS 54, puede recuperar y almacenar información desde una función de EMS, por ejemplo, el EMS 50-1, mediante una interfaz ascendente, por ejemplo, la NBI 52-1. Asignando nombres de clientes de acuerdo con el sistema de transporte, los operadores pueden relacionar relativamente de manera rápida y visual informes de alarma de EMS-NMS a aquellos generados mediante el NMS de sistema de transporte para ayudar a correlacionar manualmente fallos de transporte potenciales con fallos submarinos.

La gestión de Fallo o Alarma para una red gestionada puede conseguirse mediante notificación de eventos automática, incluyendo sincronización de alarmas, para cada una de las funciones de EMS mediante una NBI, por ejemplo, la NBI 52-1. En esta arquitectura, las alarmas informadas pueden incluir alarmas de sistema de NMS (por ejemplo discos duros defectuosos, alarmas de CPU, alarmas de DCN, etc.). Por lo tanto, la gestión de fallos puede incluir gestión de fallos del propio sistema de gestión. La función de NMS puede mantener una copia en tiempo real de una lista de alarmas activa de la red, y puede proporcionar a cada cliente registrado (por ejemplo, la WSF) con actualizaciones automáticas. Las alarmas que pueden afectar al tráfico pueden asociarse con uno o más caminos. Un cliente de WSF puede examinar y filtrar alarmas localmente, sin emitir peticiones de función de NMS, que pueden no aumentar el tráfico de DCN. Las alarmas activas pueden enumerarse en una forma tabular o indicarse en un diagrama esquemático topológico de red principal (por ejemplo, como se muestra en la Figura 12) en una localización de origen (por ejemplo, estaciones o segmentos de cable monitorizados). La Figura 13 representa un ejemplo de una vista que puede estar disponible para una WSF de usuario. Esta vista incluye un "corte a través" que puede posibilitar al usuario acceder a información en una base del equipo. Las alarmas identificadas mediante un Sistema de Monitorización de Línea (LMS) para segmentos submarinos pueden incluirse también. Pueden usarse colores para designar la alarma de gravedad más alta que se está informando en la localización designada.

Las vistas de caminos gráficas adicionales, basándose en exámenes topológicos seleccionados por el usuario, pueden indicar también el origen de la alarma por localización. Esto puede permitir a un usuario determinar rápidamente el impacto de fallos del equipo y potencialmente la causa común, posiblemente sin la necesidad de investigación ampliada. La lista de alarmas activa puede usarse mediante una función de análisis de raíz-causa (RCA).

La función de RCA puede, tras la solicitud del usuario, analizar cualquier alarma actual con una examinación específica y puede determinar causas padres o raíz. La función RCA puede proporcionar adicionalmente acciones correctivas potenciales que pueden basarse en análisis de fallos basado en topología preciso. La función de RCA puede designarse para arquitecturas de red de cable submarino, por lo tanto puede no requerir configuración de usuario tal como reglas. Sin embargo los medios para definir reglas pueden proporcionarse, basándose en políticas o comportamiento de gestión de red atípicos, si un usuario deseara identificar nuevas causas raíz potenciales o contraordenar un algoritmo de RCA automático. La función de RCA puede utilizar modelos de comportamiento de elementos de red (NE) gestionados combinados con un modelo topológico de una red submarina para llegar con precisión a posibles causas raíz. La función de RCA puede considerar tanto las relaciones temporales como espaciales de los NE con alarmas, y puede de esta manera filtrar eficazmente alarmas no relacionadas para minimizar la abundancia de eventos con alarmas que pueden presentarse a un usuario en el caso de un fallo de red complejo. Estas características pueden eliminar eficazmente la necesidad de definir reglas en una base del equipo. La característica de RCA puede complementar los otros mecanismos de vista de caminos para localizar rápidamente la causa raíz de alarmas submarinas. Dependiendo de en dónde puede iniciarse el RCA de jerarquía de caminos, puede realizarse automáticamente la examinación apropiada de la información de alarmas entregada a la función de RCA y pueden determinarse las causas raíz en un examen de red deseado.

Una función de gestión de rendimiento puede basarse en caminos creados mediante la función de gestión de configuración anteriormente analizada, y puede únicamente activarse tras la solicitud desde una WSF cliente. La función de EMS en un servidor de EMS-NMS puede mantener una base de datos de datos históricos que pertenecen a elementos de red gestionados. Por consiguiente, puede no haber necesidad de duplicar los datos en una base de datos persistente asociada a una función de NMS. En su lugar, cuando un cliente (que puede incluir también la característica de generador de informe de PM automático de EMS-NMS) solicita un informe basado en caminos con filtros y examinación opcionales, el servidor de NMS de alojamiento puede iniciar peticiones de bases de datos optimizadas, mediante la NBI a las funciones de EMS apropiadas únicamente. Estos servidores pueden mantener datos históricos para el equipo asociado a el camino. La gestión de rendimiento y las respuestas de petición pueden optimizarse para minimizar el tráfico de la DCN de NMS. Este paradigma puede proporcionar respuestas de WSF en segundos.

Las realizaciones del sistema y método de gestión de red distribuida, por ejemplo las funciones de NMS y de EMS de un servidor de EMS-NMS, pueden implementarse como un producto de programa informático para uso con un sistema informático. Tales implementaciones incluyen, sin limitación, una serie de instrucciones informáticas que

realizan toda o parte de la funcionalidad anteriormente descrita en el presente documento con respecto al sistema y método. La serie de instrucciones informáticas puede almacenarse en cualquier medio legible por máquina, tal como semiconductores, magnético, óptico u otros dispositivos de memoria, y pueden transmitirse usando cualquier tecnología de comunicaciones, tal como óptica, de infrarrojos, microondas u otra tecnología de transmisión. Se espera que un producto de programa informático de este tipo pueda distribuirse como un medio legible por máquina extraíble (por ejemplo, un disquete, CD-ROM), precargarse con un sistema informático (por ejemplo, en ROM de sistema o disco fijo), o distribuirse desde un servidor o panel electrónico de información a través de la red (por ejemplo, internet o la red informática mundial).

Los expertos en la materia deberían apreciar que tales instrucciones informáticas pueden escribirse en un número de lenguajes de programación para uso con muchas arquitecturas informáticas o sistemas operativos. Por ejemplo, pueden implementarse realizaciones preferidas en un lenguaje de programación procedural (por ejemplo, "C") o un lenguaje de programación orientada a objetos (por ejemplo, "C++" o Java). Pueden implementarse realizaciones alternativas coherentes con la presente divulgación como elementos de hardware pre-programados, firmware o como una combinación de hardware, software y firmware.

Por consiguiente, usar un sistema y método de gestión de red distribuida permite que se compartan datos entre servidores en una red mientras que se minimiza la dependencia en un servidor. La mensajería distribuida puede reducir también el flujo de tráfico y eliminar los cuellos de botella del sistema.

De acuerdo con un aspecto de la divulgación, se proporciona un sistema de gestión de red distribuida que incluye una pluralidad de servidores, incluyendo cada uno de la pluralidad de servidores una función de sistema de gestión de elementos (EMS) para gestionar elementos de red en la red y una función de sistema de gestión de red (NMS) para gestionar unos de la pluralidad de servidores que ejecutan la función de EMS. La pluralidad de servidores están configurados para asegurar que la función de NMS está activa en uno de la pluralidad de servidores e inactiva en los otros de la pluralidad de servidores cuando la pluralidad de servidores comparten un dominio de red. Cuando el dominio de red se separa en múltiples dominios, la pluralidad de servidores están configurados para activar automáticamente la función de NMS en uno de la pluralidad de servidores asociados a cada uno de los múltiples dominios y asegurar que la función de NMS en los otros de los servidores que incluyen cada uno de la pluralidad de dominios de red está inactiva.

De acuerdo con otro aspecto de la divulgación, se proporciona un método para gestionar una red que incluye proporcionar en cada uno de una pluralidad de servidores una función de sistema de gestión de elementos (EMS) para gestionar elementos de red en la red y una función de sistema de gestión de red (NMS) para gestionar unos de la pluralidad de servidores que ejecutan la función de EMS; activar la función de NMS en uno de los servidores cuando la pluralidad de servidores comparten un dominio de red; y activar la función de NMS automáticamente en al menos uno otro de la pluralidad de servidores cuando el un dominio de red se divide en múltiples dominios de red, en el cual cada uno de los múltiples dominios de red tiene al menos una función de NMS activa asociada.

De acuerdo con otro aspecto de la divulgación, se proporciona un método para asignar un servidor anfitrión en un sistema de gestión de red distribuida que incluye una pluralidad de servidores, incluyendo cada uno de la pluralidad de servidores una función de sistema de gestión de elementos (EMS) para gestionar elementos de red en la red y una función de NMS para gestionar unos de la pluralidad de servidores que ejecutan la función de EMS, incluyendo el método: operar uno primero de la pluralidad de servidores para solicitar el estado de ejecución de una función de NMS de uno remoto de la pluralidad de servidores; recibir una respuesta desde el uno remoto de los servidores; comparar el estado de ejecución del uno primero de la pluralidad de servidores con el estado de ejecución del uno remoto de los servidores; e inicializar el uno primero como un servidor anfitrión en respuesta al estado de ejecución de la comparación.

De acuerdo con otro aspecto más de la divulgación, se proporciona un medio legible por máquina cuyos contenidos producen que un sistema informático realice un método para asignar un servidor anfitrión en un sistema de gestión de red distribuida que incluye una pluralidad de servidores, incluyendo cada uno de la pluralidad de servidores una función de sistema de gestión de elementos (EMS) para gestionar elementos de red en la red y una función de NMS para gestionar unos de la pluralidad de servidores que ejecutan la función de EMS, incluyendo el método: operar uno primero de la pluralidad de servidores para solicitar el estado de ejecución de una función de NMS de uno remoto de la pluralidad de servidores; recibir una respuesta desde el uno remoto de los servidores; comparar estado de ejecución del uno primero de la pluralidad de servidores con el estado de ejecución del uno remoto de los servidores; e inicializar el uno primero como un servidor anfitrión en respuesta al estado de ejecución de la comparación.

Aunque se han descrito en el presente documento principios coherentes con la presente divulgación, se ha de entender por el experto en la materia que esta descripción se realiza únicamente a modo de ejemplo y no como una limitación en cuanto al alcance de la presente divulgación. Se contemplan otras realizaciones dentro del alcance de la presente divulgación además de las realizaciones ejemplares mostradas y descritas en el presente documento. Se considera que modificaciones y sustituciones por un experto en la materia están dentro del alcance de la presente divulgación, que no se ha de limitar excepto por las siguientes reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de gestión de red distribuida que comprende:

5 una pluralidad de servidores (30-1, ..., 30-n), comprendiendo cada uno de dicha pluralidad de servidores una función de sistema de gestión de elementos, EMS, (50-1, 50-2) para recibir datos de estado de red desde elementos de red en la red para gestionar los elementos de red y una función de sistema de gestión de red, NMS, (54, 600) para recibir mensajes desde cada una de dichas funciones de EMS para gestionar dicha pluralidad de servidores (30-1, ..., 30-n) que ejecutan dichas funciones de EMS,  
 10 estando configurados dicha pluralidad de servidores para asegurar que dicha función de NMS está activa en uno de dicha pluralidad de servidores (30-1) e inactiva en los otros de dicha pluralidad de servidores (30-2, ..., 30-n) cuando dicha pluralidad de servidores comparten un dominio de red, y **caracterizado por que** cuando dicho un dominio de red se separa en primer y segundo dominios separados (402, 404), estando configurados dicha pluralidad de servidores para activar automáticamente dicha función de NMS en uno primero (20-1) de dicha pluralidad de servidores asociados a dicho primer dominio (402) y dicha función de NMS en uno segundo (20-2) de dicha pluralidad de servidores asociados a dicho segundo dominio (404), de modo que cada uno de dicho primer y segundo dominios separados tiene uno asociado de dicha pluralidad de servidores que realiza dicha función de NMS, y para asegurar que dicha función de NMS en los otros de dichos servidores comprendidos en dichos primer y segundo dominios separados está inactiva, y estando configurados dichos primeros y segundos de dicha pluralidad de servidores para solicitar (810) cada estado de ejecución de los otros y, en respuesta a las respuestas a dichas solicitudes para cada estado de ejecución de los otros, asegurar automáticamente que dicha función de NMS está activa en uno de dicha pluralidad de servidores e inactiva en todos los otros de dicha pluralidad de servidores cuando dichos primer y segundo dominios separados se re-combinan en dicho un dominio de red, y  
 25 estando configurados dicha pluralidad de servidores para asegurar que dicha función de EMS está activa en dicha pluralidad de servidores cuando dicha función de NMS está inactiva.

2. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha función (54, 600) de NMS está configurada para descubrir automáticamente una topología de red de un dominio en el que dicha función de NMS está activa.

3. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha pluralidad de servidores no mantienen una base de datos permanente de información de red para que la use dicha función (54, 600) de NMS.

4. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha función (54, 600) de NMS está configurada para descubrir automáticamente puntos de terminación en un domino en el que dicha función de NMS está activa y conectar dichos puntos de terminación para establecer caminos de red para dicho dominio en el que dicha función de NMS está activa.

5. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 6, en el que dicha función (54, 600) de NMS está configurada para realizar gestión de fallos para dicha red usando dichos caminos de red.

6. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cada uno de dicha pluralidad de servidores comprende adicionalmente una función de estación de trabajo cliente, WSF, (56-1, 56-2) para presentar un estado de red a un usuario.

7. Un método para gestionar una red que comprende:

proporcionar en cada uno de una pluralidad de servidores (30-1, ..., 30-n) una función de sistema de gestión de elementos, EMS, (50-1, 50-2) para recibir datos de estado de red desde elementos de red en la red para gestionar los elementos de red y una función de sistema de gestión de red, NMS, (54, 600) para recibir mensajes desde cada una de dichas funciones de EMS para gestionar dicha pluralidad de servidores (30-1, ..., 30-n) que ejecutan dichas funciones de EMS;  
 50 activar dicha función de NMS en uno de dichos servidores (30-1) cuando dicha pluralidad de servidores comparten un dominio de red, y asegurar que dicha función de NMS está inactiva en los otros de dicha pluralidad de servidores (30-2, ..., 30-n);  
 55 activar automáticamente dicha función de NMS en uno primero de dicha pluralidad de servidores (20-1) asociados a un primer dominio (402) y en uno segundo de dicha pluralidad de servidores (20-1) asociados a un segundo dominio (404) cuando dicho un dominio de red se divide en dichos primer y segundo dominios de red (402, 404) separados, por lo cual cada uno de dichos primer y segundo dominios de red separados tiene una función (54, 600) de NMS activa asociada separada, y asegurar que dicha función de NMS en los otros de dichos servidores comprendidos en dichos primer y segundo dominios separados está inactiva; y  
 60 comparar (830) el estado de ejecución de dicho uno primero (20-1) y dicho uno segundo (20-2) de dicha pluralidad de servidores para asignar automáticamente un único servidor (20-1) a dicha función de NMS activa en los mismos y asegurar que dicha función de NMS está inactiva en todos los otros de dicha pluralidad de servidores (20-2, ..., 20-n) cuando dichos primer y segundo dominios se re-combinan en dicho un dominio de red; y  
 65 activar dicha función de EMS en dicha pluralidad de servidores donde dicha función de NMS está inactiva.

8. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, comprendiendo dicho método adicionalmente descubrir automáticamente una topología de red en uno de dichos servidores donde dicha función de NMS (54, 600) está activa.
- 5 9. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, comprendiendo dicho método adicionalmente descubrir automáticamente puntos de terminación en uno de dichos servidores donde dicha función de NMS (54, 600) está activa y conectar dichos puntos de terminación para establecer caminos de red.
- 10 10. Un método de acuerdo con la reivindicación 9, comprendiendo dicho método adicionalmente realizar gestión de fallos para dicha red usando dichos caminos de red.
- 15 11. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, comprendiendo dicho método adicionalmente proporcionar en cada uno de dicha pluralidad de servidores una función de estación de trabajo cliente, WSF, (56-1, 56-2) para presentar un estado de red a un usuario.

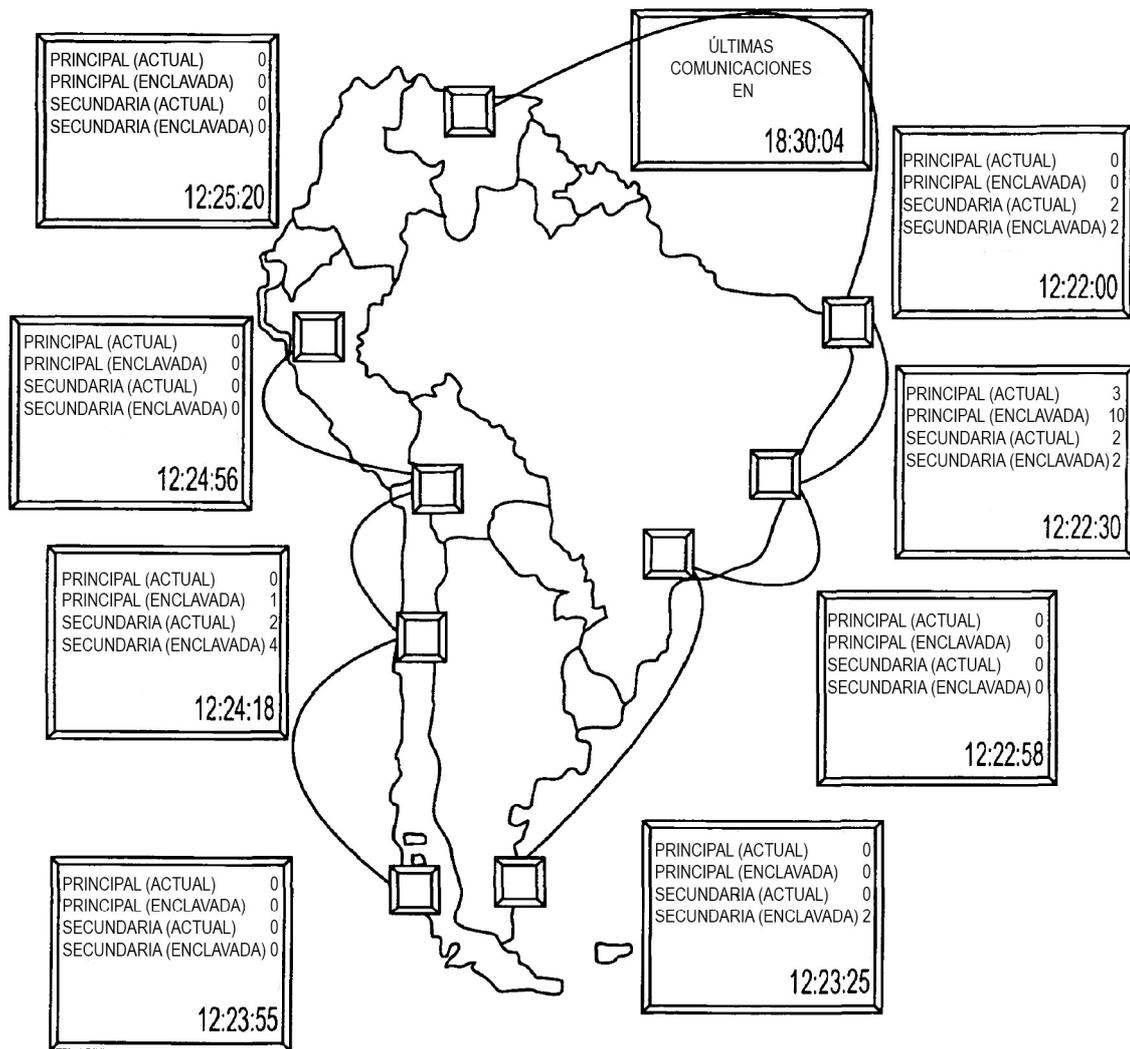


FIG. 1

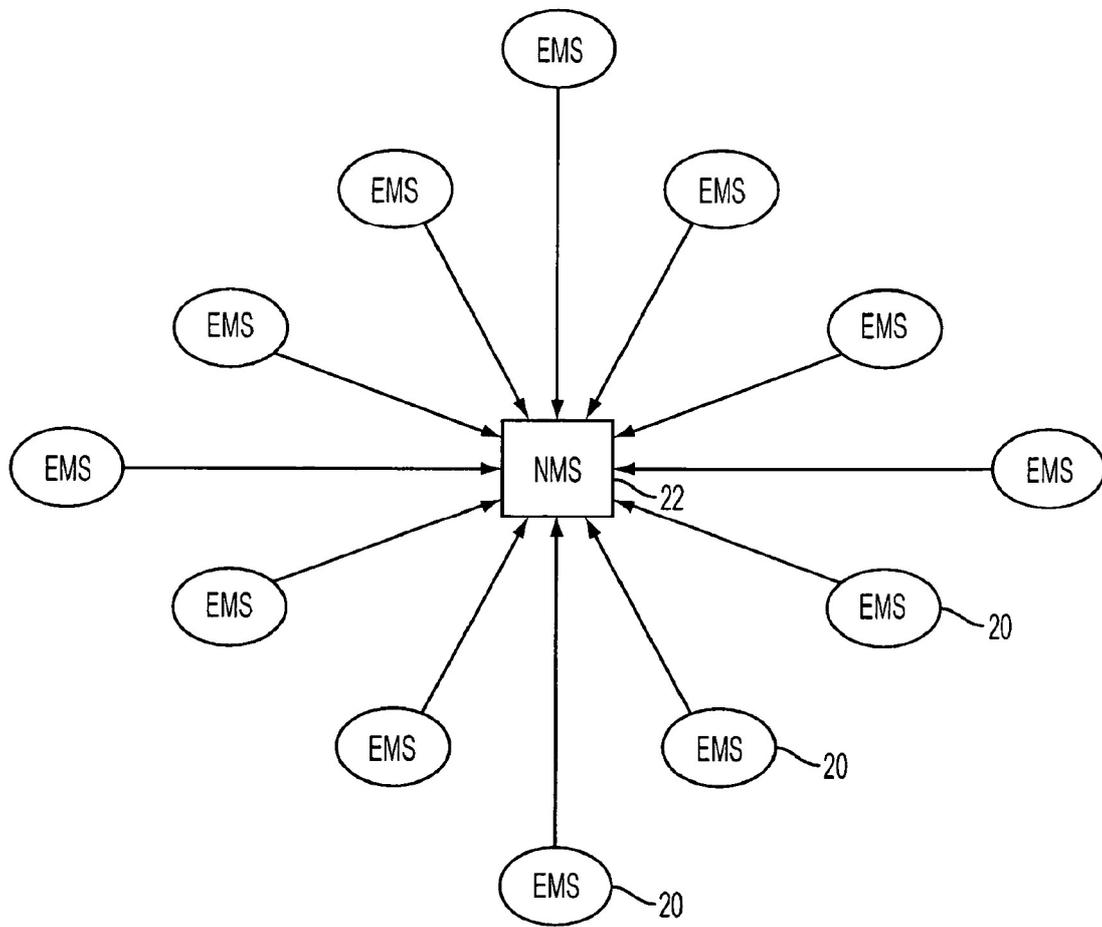


FIG. 2

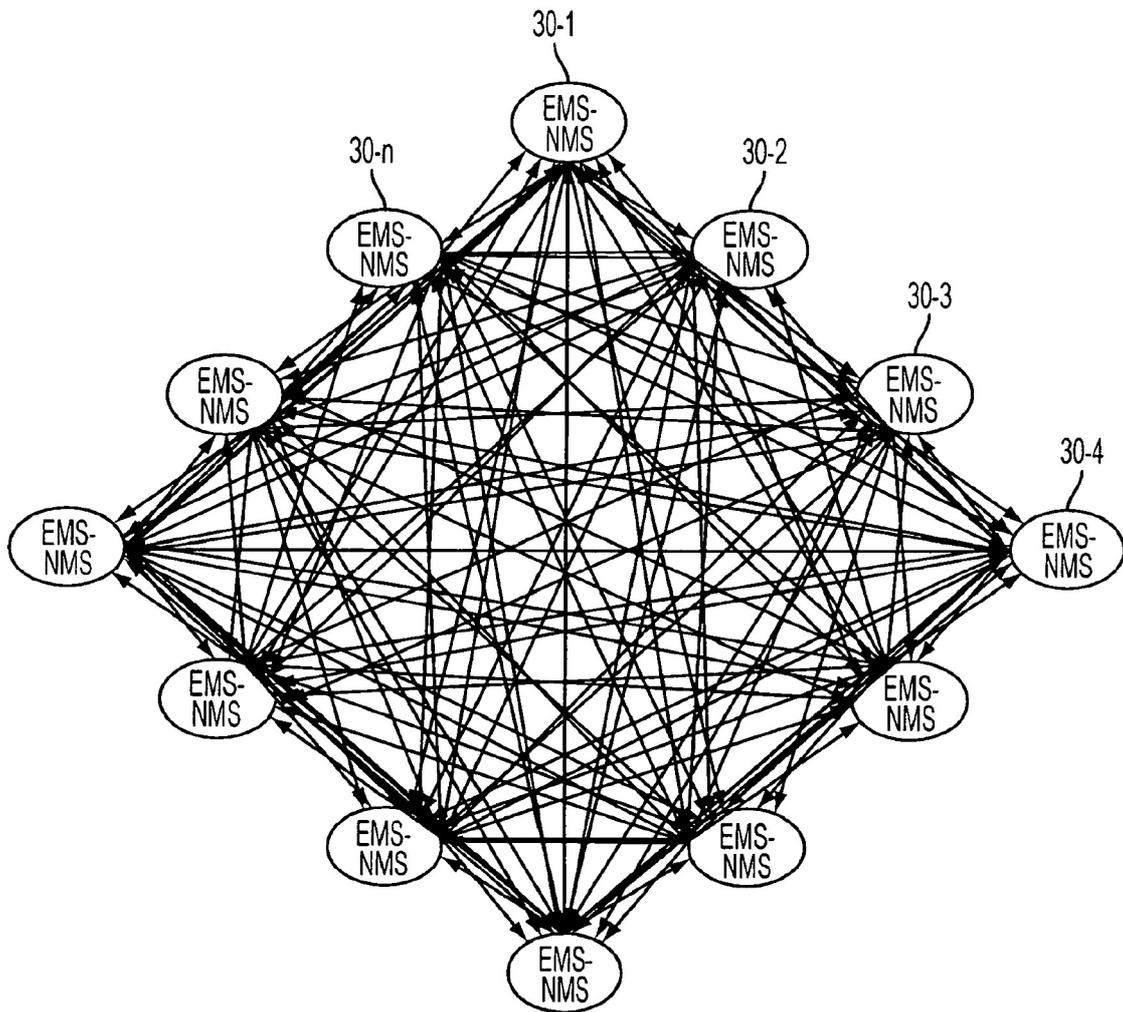


FIG. 3

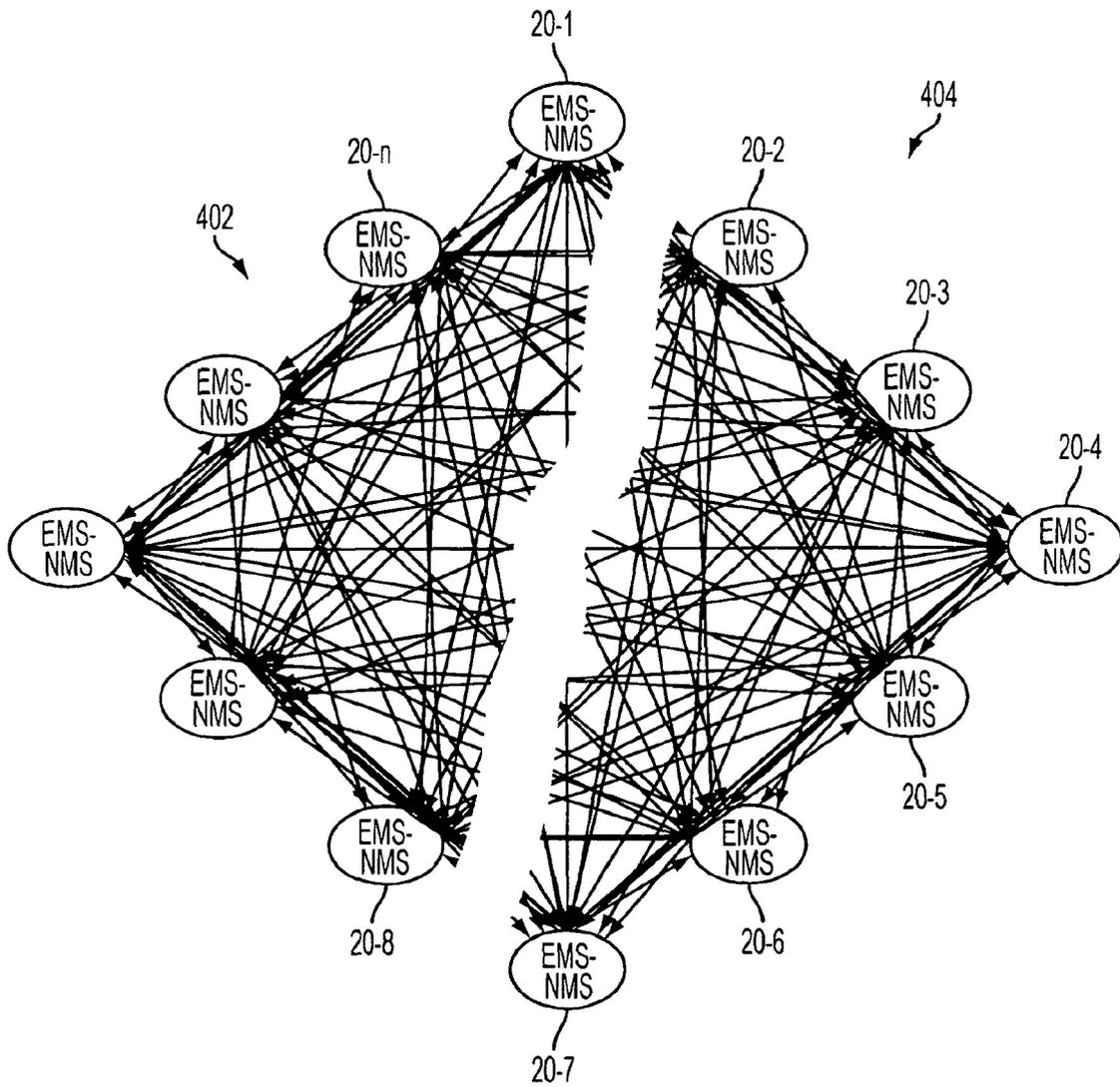


FIG. 4

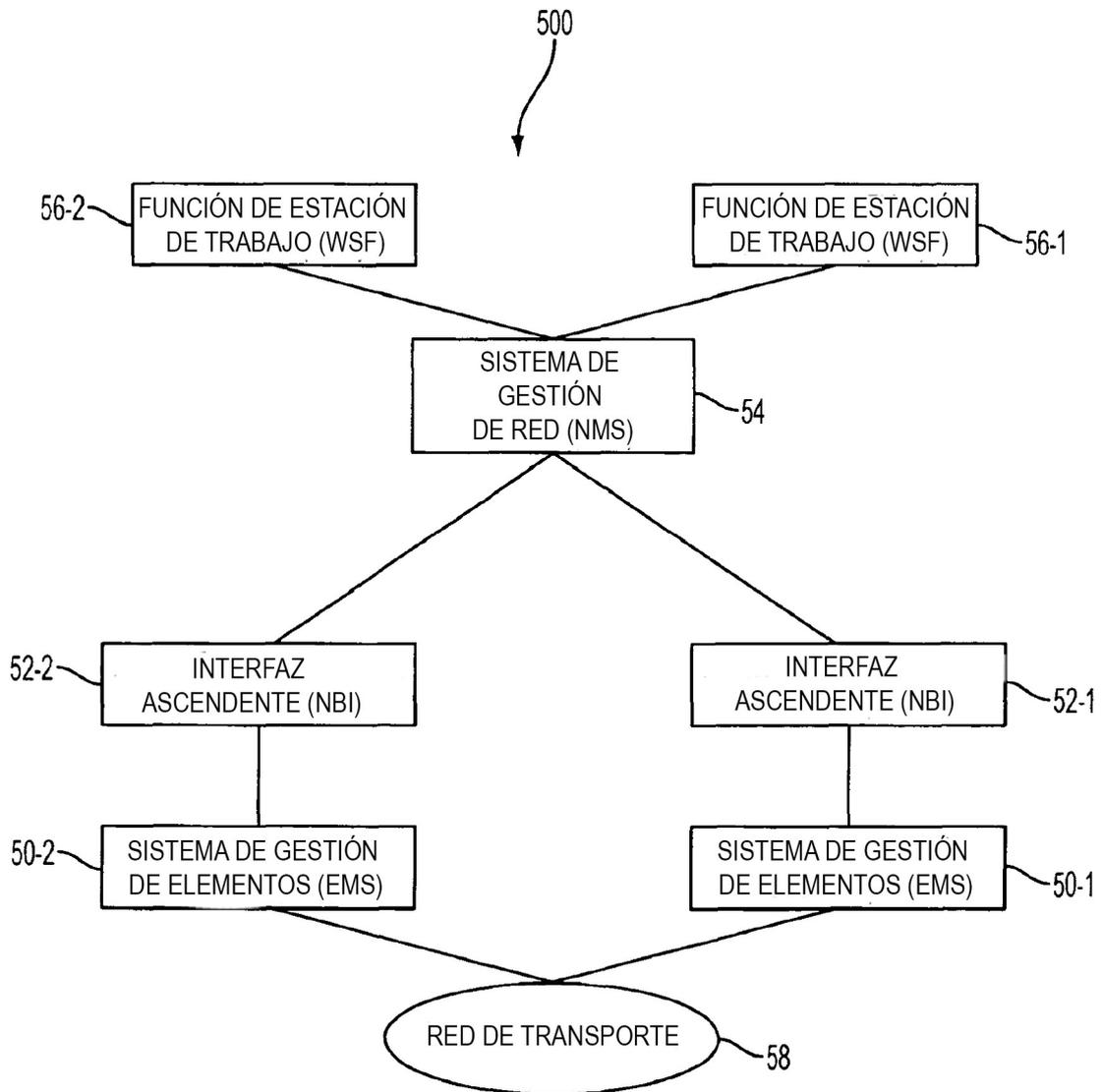


FIG. 5

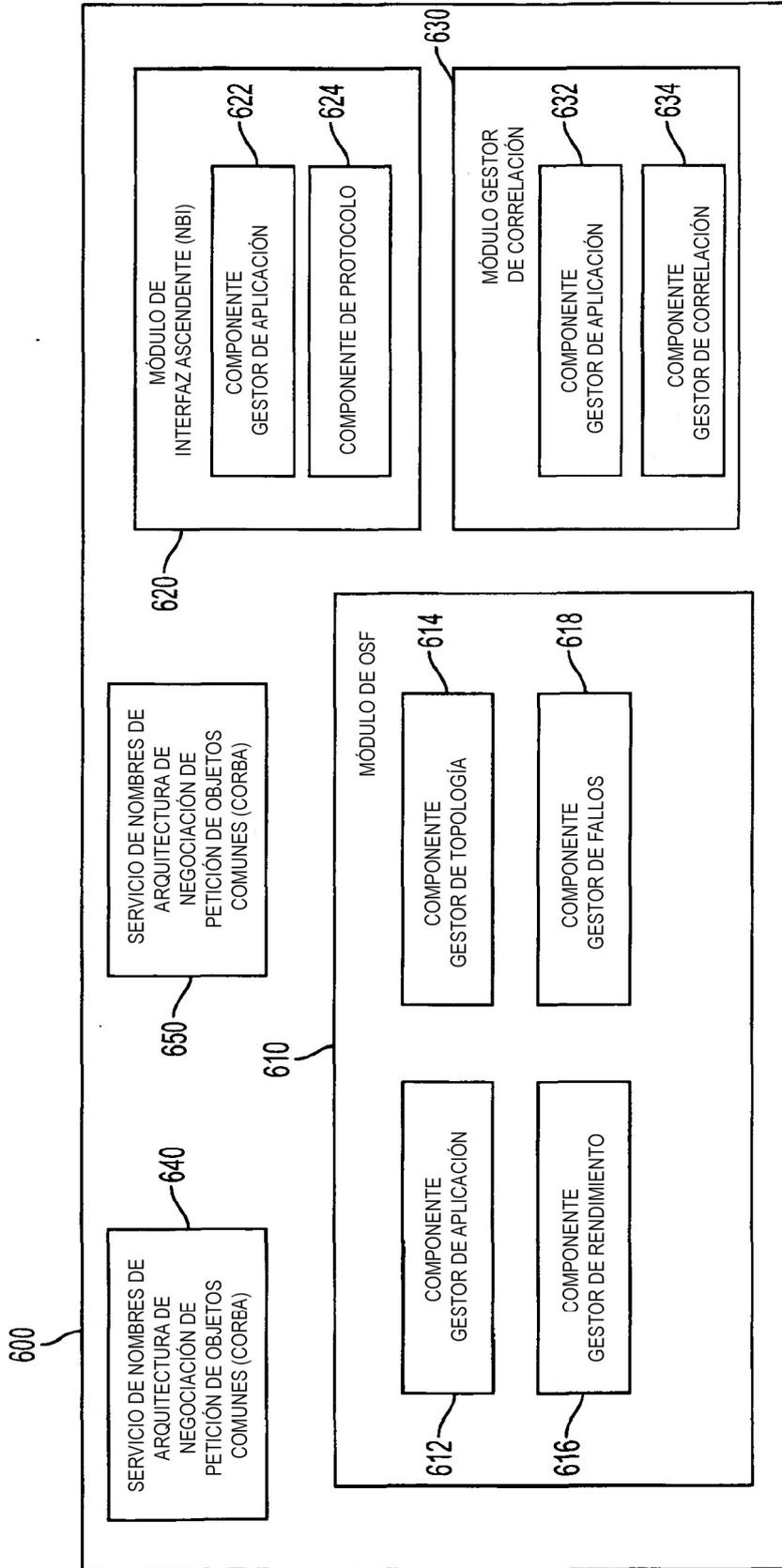


FIG. 6

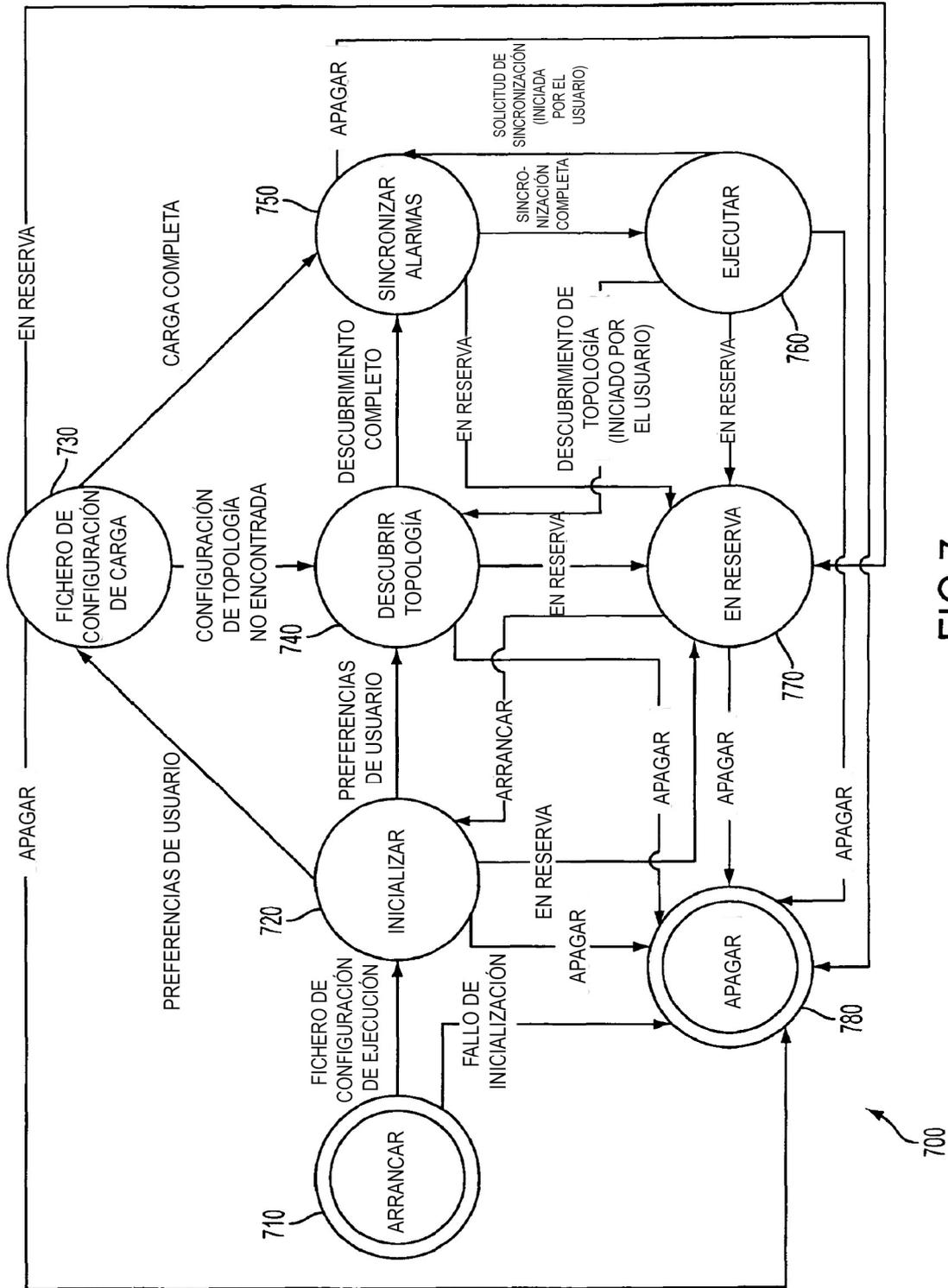


FIG.7

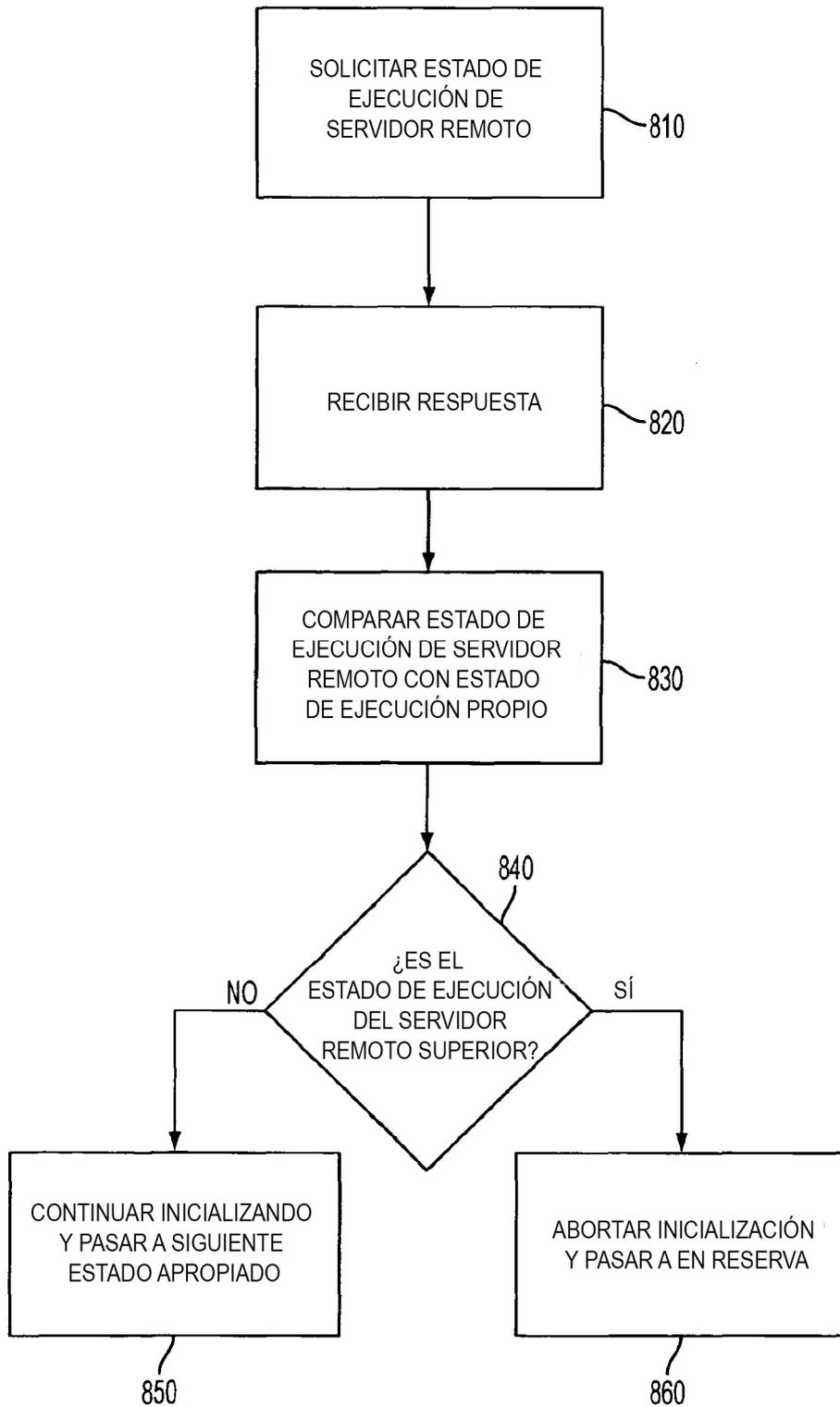
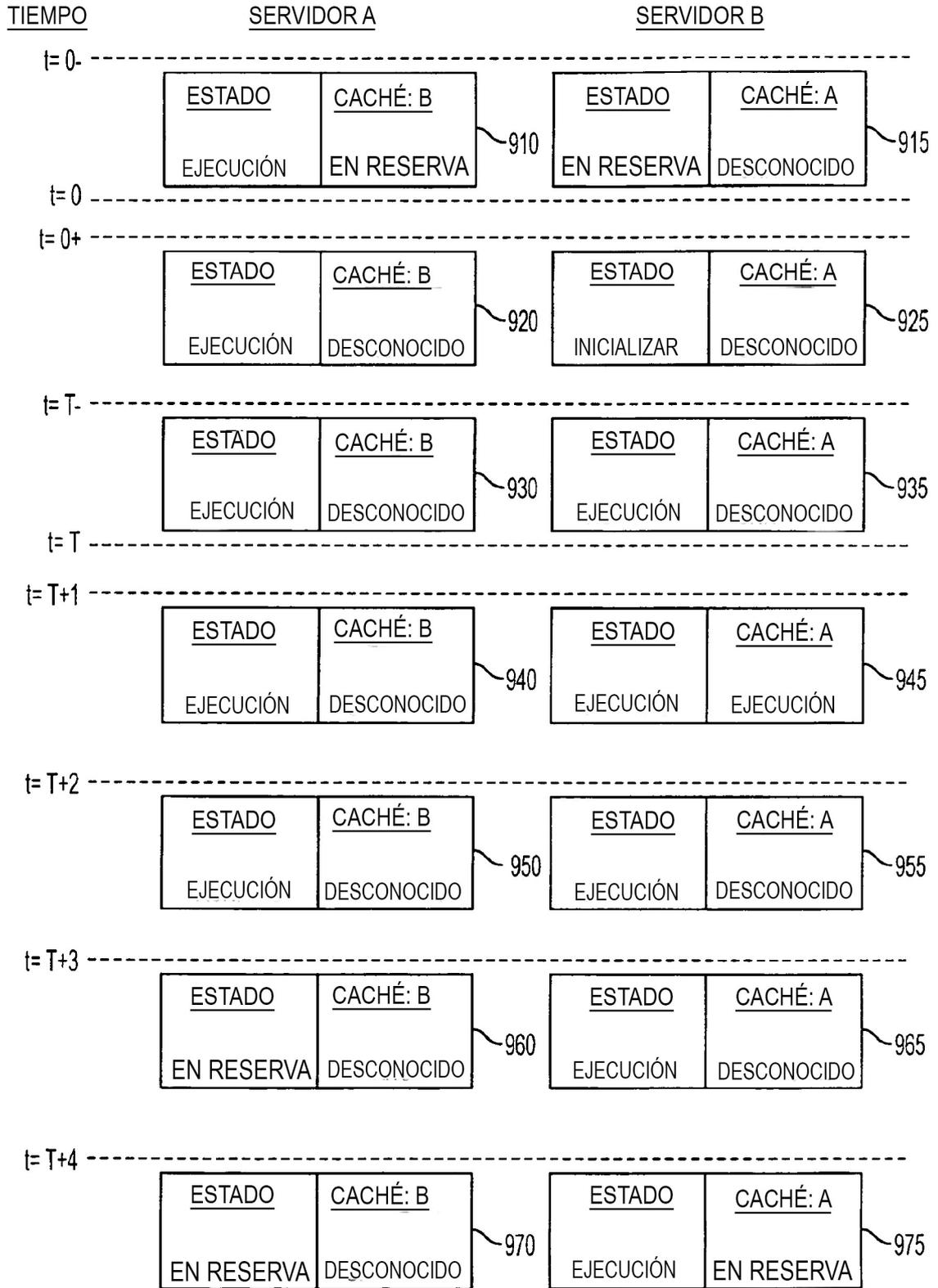


FIG. 8



900

FIG.9

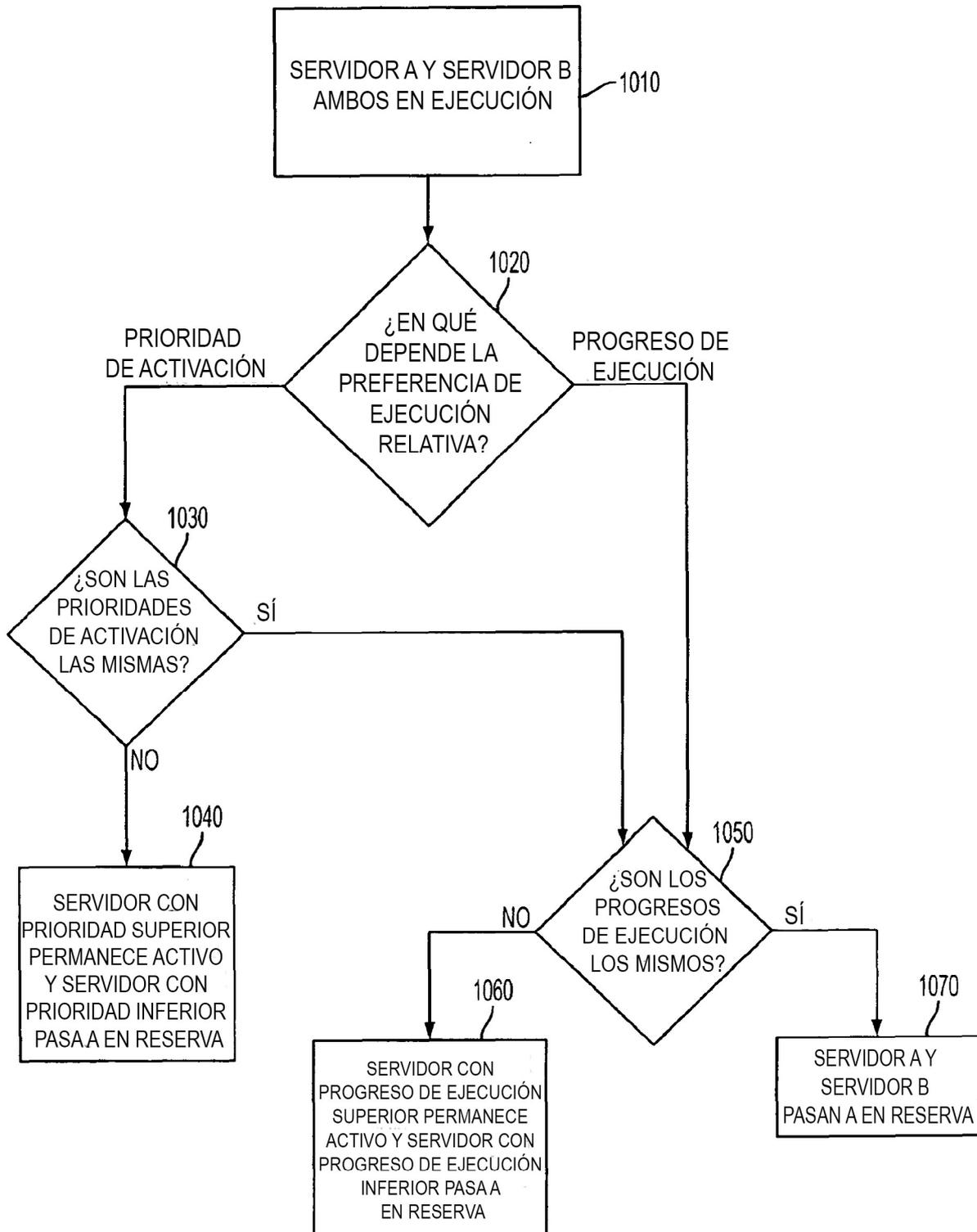


FIG.10

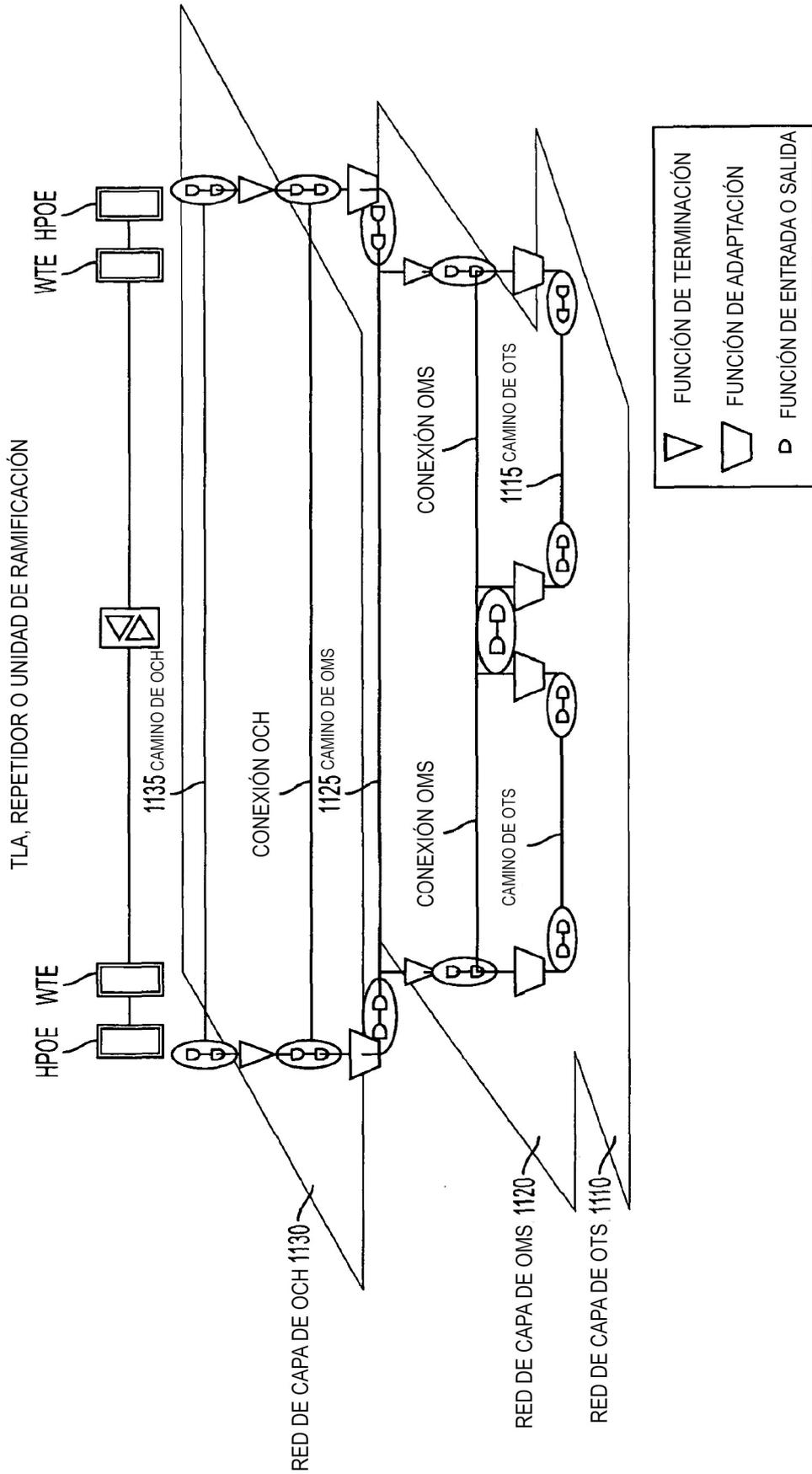


FIG. 11

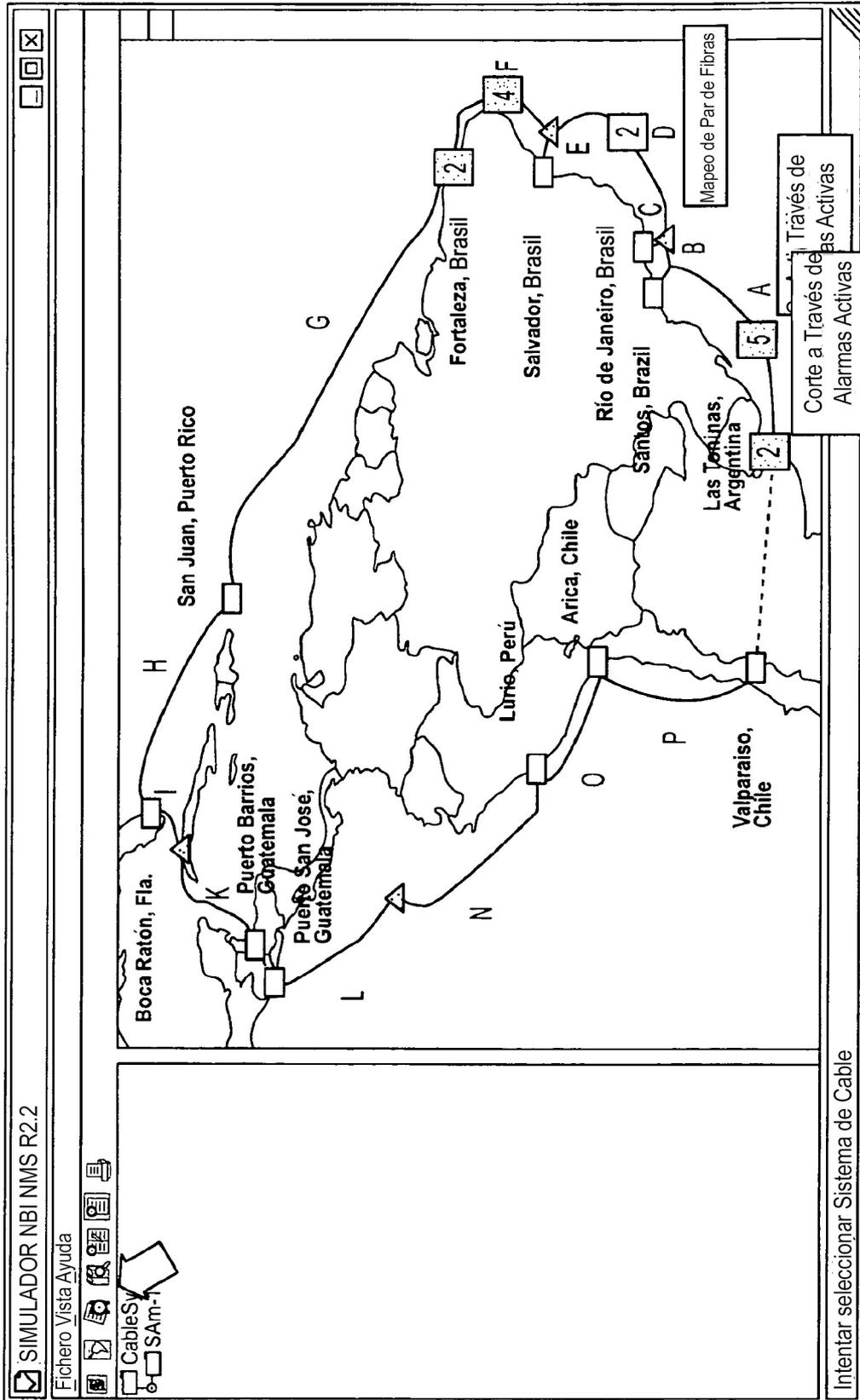


FIG. 12

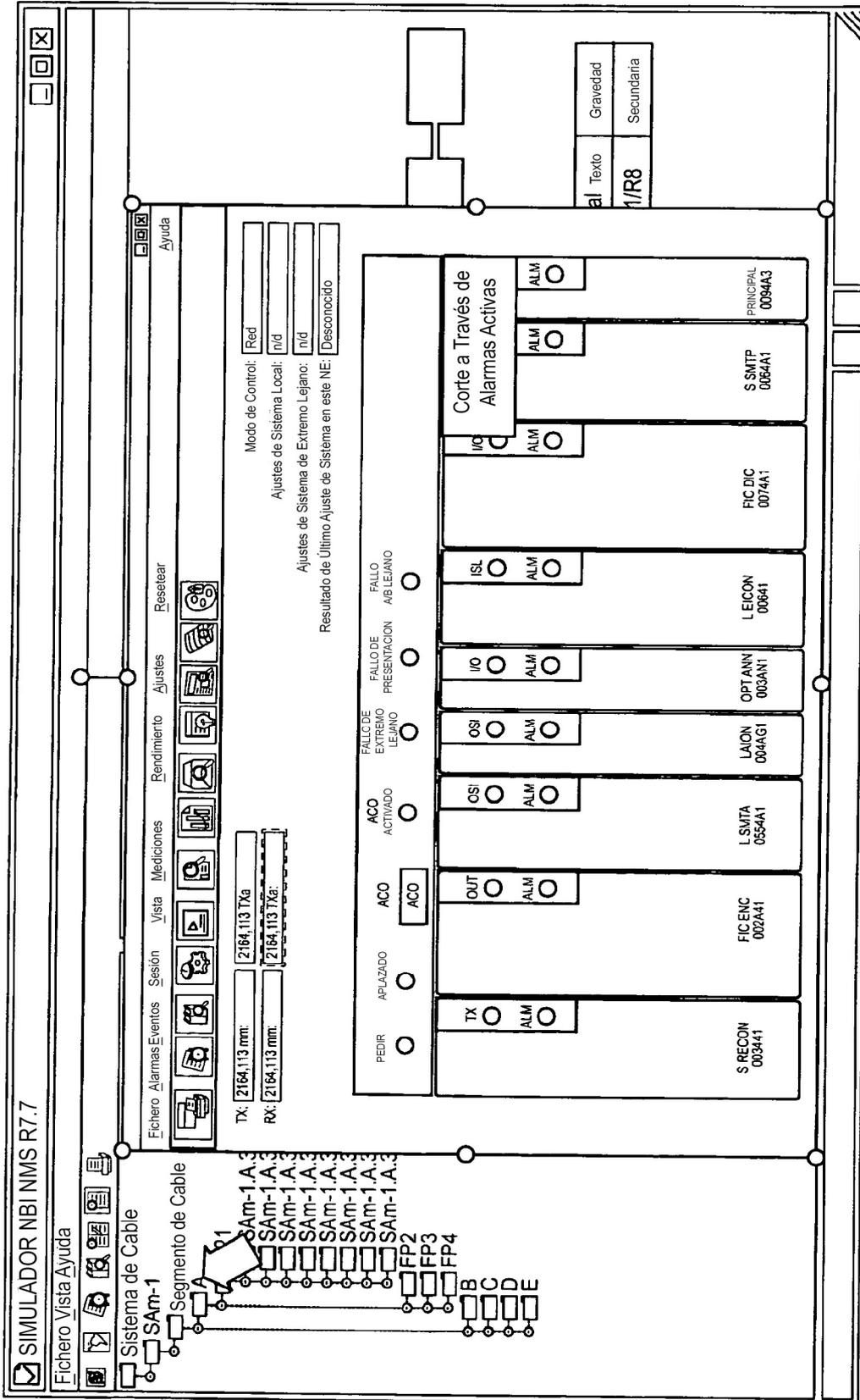


FIG. 13