

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 561 616**

51 Int. Cl.:

**H04L 12/24** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.07.2005 E 05769256 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.12.2015 EP 1782235**

54 Título: **Sistemas para distribuir datos sobre una red informática y métodos para disponer nodos para distribución de datos sobre una red informática**

30 Prioridad:

**09.07.2004 US 587012 P**

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

**29.02.2016**

73 Titular/es:

**NETWORK FOUNDATION TECHNOLOGIES, LLC  
(100.0%)  
2215 COOKTOWN ROAD  
RUSTON, LOUISIANA 71270, US**

72 Inventor/es:

**O'NEAL, MIKE y  
TALTON, JOHN P.**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 561 616 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**

Sistemas para distribuir datos sobre una red informática y métodos para disponer nodos para distribución de datos sobre una red informática

**Campo de la invención**

5 Diversas realizaciones de la presente invención se refieren a sistemas para distribuir datos (por ejemplo, datos de contenido) sobre una red informática y métodos para disponer nodos para distribución de datos (por ejemplo, datos de contenido) sobre una red informática. En un ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), los sistemas y métodos de la presente invención se pueden aplicar a la distribución de datos audiovisuales de difusión en forma continua sobre Internet.

10 Para los propósitos de la presente solicitud el término "nodo" (por ejemplo, como se usa en la frase un primer nodo comunica con un segundo nodo) se pretende que se refiera a un sistema informático (o algunas veces sólo "ordenador") configurado para enviar y/o recibir datos sobre una red informática (por ejemplo, una red informática que incluye Internet, una red de área local, una red de área extensa, una red inalámbrica). Dado que un "nodo" en una red informática no existiría excepto para un sistema informático que está disponible en tal nodo, los términos  
15 "nodo" y "sistema informático" (o algunas veces sólo "ordenador") se pueden usar intercambiamente (es decir, el término "nodo" se debería entender que incluye un sistema informático disponible (o algunas veces sólo "ordenador").

Además, para los propósitos de la presente solicitud el término "ascendente" (por ejemplo, como se usa en la frase un primer sistema informático envía datos a través de una conexión ascendente a un segundo sistema informático)  
20 se pretende que se refiera al camino de comunicación entre un primer sistema informático e Internet cuando el primer sistema informático está enviando datos a un segundo sistema informático a través de Internet.

Más aún, para los propósitos de la presente solicitud el término "descendente" (por ejemplo, como se usa en la frase un primer sistema informático recibe datos a través de una conexión descendente desde un segundo sistema informático) se pretende que se refiera al camino de comunicación entre un primer sistema informático e Internet  
25 cuando el primer sistema informático está recibiendo datos desde un segundo sistema informático a través de Internet.

Más aún, para los propósitos de la presente solicitud el término "árbol arriba" (por ejemplo, como se usa en la frase un primer nodo envía datos a través de una conexión árbol arriba a un segundo nodo) se pretende que se refiera al camino de comunicación de la topología de red entre un primer nodo y un segundo nodo cuando un primer nodo  
30 está enviando datos a un segundo nodo que es está más alto en el árbol de la topología de red (es decir, más cerca del servidor raíz).

Más aún, para los propósitos de la presente solicitud el término "árbol abajo" (por ejemplo, como se usa en la frase un primer nodo envía datos a través de una conexión árbol abajo a un segundo nodo) se pretende que se refiera al camino de comunicación de la topología de red entre un primer nodo y un segundo nodo cuando un primer nodo  
35 está enviando datos a un segundo nodo que es está más abajo en el árbol de la topología de red (es decir, más cerca de las hojas).

Más aún, para los propósitos de la presente solicitud el término "acoplado" (por ejemplo, como se usa en la frase un nodo hijo se acopla con un nodo padre) se pretende que se refiera a formar una conexión entre nodos a través de la cual pueden fluir datos en al menos una dirección (por ejemplo, al menos árbol arriba o árbol abajo).

40 Más aún, para los propósitos de la presente solicitud el término "capacidad disponible aparente" (por ejemplo, como se usa en la frase capacidad disponible aparente para transmitir datos de contenido) se pretende que se refiera a una capacidad nominal (por ejemplo, una presunta capacidad de un nodo basada en una especificación de diseño pero no necesariamente probada realmente en la red).

**Antecedentes de la invención**

45 En una red informática tal como Internet, cada nodo en la red tiene una dirección. Un sistema informático residente en una dirección particular puede tener suficiente ancho de banda o capacidad para recibir datos desde y transmitir datos a, muchos otros sistemas informáticos en otras direcciones. Un ejemplo de tal sistema informático es un servidor, muchas versiones comerciales del cual pueden intercambiar datos simultáneamente con otros miles de sistemas informáticos.

50 Un sistema informático en otra ubicación puede tener solamente ancho de banda suficiente para intercambiar datos eficazmente solamente con otro sistema informático. Un ejemplo de tal sistema es un ordenador personal de usuario final conectado a Internet mediante un módem de marcación de baja velocidad. No obstante, incluso ordenadores personales típicos conectados a Internet por módems de marcación de velocidad más alta pueden tener ancho de banda suficiente con el que pueden intercambiar datos esencialmente simultáneamente de una manera eficaz con  
55 otros diversos sistemas informáticos. Además, un sistema informático personal de usuario final puede tener incluso

mayor ancho de banda cuando se conecta a Internet mediante líneas ISDN, líneas DSL (por ejemplo, ADSL), módems de cable, líneas T1 o incluso enlaces de capacidad mayor. Como se trata más adelante más plenamente, diversas realizaciones de la presente invención pueden aprovechar la disponibilidad de tales sistemas de usuario final de capacidad mayor (por ejemplo, aquellos sistemas informáticos capaces de intercambiar datos esencialmente simultáneamente con múltiples sistemas informáticos).

En una situación típica, que se muestra en la FIG. 1, un proveedor de contenidos distribuye sus datos poniendo a disposición los datos en un nodo servidor 8 simultáneamente a una pluralidad de usuarios en nodos de usuario 12 (cabe destacar que los términos “servidor”, “servidor raíz” y “servidor primario” se pueden usar intercambiabilmente en toda la presente solicitud para referirse al mismo dispositivo (es decir, el nodo padre del nivel más alto en una red dada). Las flechas de doble punta muestran la comunicación de dos vías entre cada sistema informático de usuario final y el servidor. Esencialmente el servidor del proveedor de contenidos transmite un flujo separado de señales a cada nodo receptor. Para acomodar usuarios adicionales, el proveedor de contenidos típicamente añadiría o bien equipos para aumentar la capacidad o bien engancharía a un sitio espejo para lograr esencialmente el mismo resultado que añadiendo equipos. Las capacidades de los ordenadores de usuario final no tienen virtualmente consecuencia en tal sistema.

Otro sistema para distribuir datos es el sistema de intercambio de ficheros de música Napster™ suministrado por Napster, Inc. de Redwood City, Calif. Un diagrama esquemático del sistema de intercambio de ficheros de música Napster™ (ya que su operación se entiende en este momento) se ilustra en la FIG. 2.

Más particularmente, se cree que en el sistema Napster™ una copia de los datos de música no se mantiene en el servidor. El servidor 9 en su lugar mantiene una base de datos relativa a los diversos ficheros de música en los ordenadores de los usuarios que se registran en el servidor 9. Cuando un primer usuario 12a ve que un fichero de música deseado está disponible a partir de un segundo usuario registrado 12b, el primer usuario hace a su ordenador consultar al servidor 9 para la dirección de nodo del segundo usuario y se hace una conexión entre los ordenadores del primer y segundo usuario a través de la cual el ordenador del primer usuario notifica al ordenador del segundo usuario del fichero deseado y el ordenador del segundo usuario responde transmitiendo una copia del fichero de música deseado directamente al ordenador del primer usuario. Se entiende además que un intento del primer usuario de descargar un fichero particular desde un segundo usuario debe comenzar completamente una vez más si el segundo usuario cancela su transmisión o deja de estar en línea durante la transferencia de datos.

En otra área, los ingenieros han desarrollado lo que se conoce como “medios de difusión en forma continua”. En resumen, los medios de difusión en forma continua son una serie de paquetes (por ejemplo, de datos comprimidos), cada paquete que representa imágenes en movimiento y/o audio.

Para ayudar a comprender los medios de difusión en forma continua en más detalle, es de ayuda revisar el método de distribución de Internet tradicional. Cada nodo (si se trata de un nodo servidor o un nodo de usuario) en una red informática tiene una identificación única (algunas veces conocida como una dirección “IP”) asociada con él. En Internet, la dirección única se puede conocer como un Localizador de Recursos Uniforme (“URL”). Un usuario que desea obtener datos desde un servidor particular introduce ese URL del servidor en el programa navegador del usuario. El programa navegador hace que una señal de petición de conexión sea enviada sobre Internet al servidor. Si el servidor tiene la capacidad de aceptar la conexión, la conexión se hace entre el servidor y el nodo de usuario (los ficheros solicitados por el usuario se transmiten típicamente por el servidor en su totalidad al nodo de usuario y el programa navegador puede almacenar los ficheros en la memoria del almacenador temporal y mostrar el contenido en el monitor del sistema informático del usuario – algunos ficheros se pueden almacenar más permanentemente en la memoria del sistema informático para su visión o reproducción posterior). La conexión con el servidor se termina típicamente una vez que los ficheros se han recibido en el nodo de usuario (o la conexión se puede terminar poco tiempo a partir de entonces). De cualquier manera, la conexión es normalmente de una duración de muy poco tiempo.

Con los medios de difusión en forma continua, el contacto entre el servidor y los nodos de usuario es esencialmente continuo. Cuando se hace una conexión entre un nodo servidor y un nodo de usuario y se solicitan medios de difusión en forma continua, el servidor envía paquetes de datos de medios de difusión en forma continua al nodo de usuario. Un reproductor de medios de difusión en forma continua instalado en el sistema informático del usuario (por ejemplo, software, tal como RealMedia™ de RealNetworks, Inc. de Seattle, Wash.,) hace que los datos sean almacenados en la memoria del almacenador temporal. El reproductor descomprime los datos y comienza la reproducción de las imágenes en movimiento y/o audio representado por los datos de medios de difusión en forma continua en el sistema informático del usuario. A medida que se reproducen los datos de un paquete, se vacía el almacenador temporal que contiene ese paquete y llega a estar disponible para recibir un nuevo paquete de datos. Como resultado, los activos de memoria de un ordenador de usuario no están excesivamente gravados. Un contenido de acción continuo, tal como, por ejemplo, la visualización de películas de imágenes en movimiento grabadas, vídeos o programas de televisión se puede distribuir y reproducir esencialmente en “tiempo real” y los eventos en directo, tales como, por ejemplo, conciertos, partidos de fútbol, procesos judiciales y debates políticos se pueden transmitir y ver esencialmente “en directo” (solamente con los breves retardos necesarios para compresión de los datos que se ponen a disposición en el servidor, transmisión desde el servidor al nodo de usuario y descompresión y reproducción en el sistema informático del usuario evitando al usuario ver el evento en el mismo

momento exacto en el tiempo que una persona realmente en el evento). Y, cuando los sistemas están trabajando como se diseñaron, el nodo servidor y el nodo de usuario pueden permanecer conectados entre sí hasta que se hayan transmitido todos los paquetes de datos que representan el contenido.

5 La publicación US2003/051051-A1 enseña acerca de un método para reconfigurar una red de topología de árbol binario con abandono de nodos, que precede a la invención.

**Compendio de la invención**

Diversas realizaciones de la presente invención se refieren a un sistema para distribuir datos (por ejemplo, datos de contenido) sobre una red informática y un método de disponer nodos receptores en una red informática de manera que la capacidad de un servidor se aumenta eficazmente (por ejemplo, la capacidad de un servidor se puede multiplicar eficazmente muchas veces; la capacidad del servidor se puede aumentar eficazmente exponencialmente). En una realización la presente invención puede aprovecharse de la capacidad en exceso que poseen muchos servidores receptores y puede usar tales nodos receptores como repetidores. El sistema de distribución puede incluir nodo(s) que tiene(n) base(s) de datos que indica(n) antecesor(es) y/o descendiente(s) del nodo de manera que la reconfiguración de la red de distribución se puede lograr sin sobrecargar el servidor primario del sistema. Una realización de la presente invención puede incluir un proceso para configurar una red informática de distribución de información que tiene un nodo servidor primario y nodos de usuario acoplados (es decir, conectados) en una relación en cascada y reconfigurar la red en el caso de que un nodo de usuario salga de la red. En un ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), el proceso puede incluir los pasos de dotar un nuevo nodo de usuario (o un nodo de usuario solicitante de conexión) con una lista de direcciones de conexión de nodos dentro de la red, que tiene el nuevo nodo de usuario (o nodo de usuario solicitante de conexión) ir a (o intentar ir a) el nodo en la parte superior de la lista de direcciones de conexión, determinar si el nodo es aún parte de la red de distribución y conectar con la misma si lo es y si no lo es, ir a (o intentar ir a) el siguiente nodo en la lista de direcciones de conexión. En otro ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), cuando un nodo de usuario sale de la red de distribución, se puede transmitir una señal de propagación a los nodos por debajo de él en la red, haciéndoles ascender en la red en un orden predeterminado. En otro ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), la presente invención puede proporcionar un planteamiento descentralizado que proporciona, a cada nuevo nodo de usuario (o nodo de usuario solicitante de conexión) un camino de vuelta al servidor raíz.

Cabe destacar que diversas realizaciones de la presente invención se pueden aplicar a la transmisión (por ejemplo, la transmisión de “nombramiento”) de contenido audiovisual tal como, por ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), conciertos, partidos de fútbol, procesos judiciales, debates políticos, películas de imágenes en movimiento, vídeos o programas de televisión en directo o pregrabados. Tal transmisión de contenido audiovisual se puede hacer con niveles de calidad aceptables, en donde los “niveles de calidad aceptables” pueden variar dependiendo de los usuarios finales y el tipo de transmisión. Además, tal transmisión de contenido audiovisual se puede llevar a cabo usando transmisiones de medios de difusión en forma continua destinados a alcanzar grandes audiencias, de la misma manera que los programas de televisión transmitidos sobre televisión por cable y los medios de difusión alcanzan grandes audiencias (a este respecto, la presente invención puede permitir a un servidor transmitir medios de difusión en forma continua a la gran cantidad de usuarios que se conectarían esencialmente simultáneamente para ver una presentación audiovisual particular bajo esta transmisión de “gran audiencia” de tipo televisión).

**Breve descripción de los dibujos**

- La FIG. 1 es un dibujo esquemático de una red informática de distribución de información de la técnica anterior;
- La FIG. 2 es un dibujo esquemático de otra red informática de distribución de información de la técnica anterior;
- 45 La FIG. 3 es un dibujo esquemático de una realización de una red informática de distribución de información formada de conformidad con la presente invención;
- La FIG. 4 es un dibujo esquemático de otra realización de una red informática de distribución de información formada de conformidad con la presente invención;
- La FIG. 5 es un dibujo esquemático de otra realización de una red informática de distribución de información formada de conformidad con la presente invención;
- 50 La FIG. 6 es un dibujo esquemático de una topología particular de una red informática de distribución de información formada de conformidad con una realización de la presente invención;
- La FIG. 7 es un dibujo esquemático de una topología particular de la red informática de distribución de información formada de conformidad con una realización de la presente invención como se muestra en la FIG. 6 (después de la aparición de un evento);

- La FIG. 8 es un dibujo esquemático de otra topología particular de una red informática de distribución de información formada de conformidad con una realización de la presente invención;
- 5 La FIG. 9 es un dibujo esquemático de la topología de la red informática de distribución de información formada de conformidad con una realización de la presente invención como se muestra en la FIG. 8 (después de la aparición de un evento);
- La FIG. 10 es un diagrama de flujo de una realización de la presente invención que muestra una Rutina de Conexión de Servidor que se puede realizar cuando un nodo hijo prospectivo busca unirse a la red de distribución;
- La FIG. 11 es un diagrama de flujo de una realización de la presente invención que muestra una Petición de Nodo Hijo Prospectivo al Servidor para una Rutina de Conexión;
- 10 Las FIG. 12A-12E son dibujos esquemáticos que muestran topologías variables de la red informática de difusión de información formadas de conformidad con una realización de la presente invención bajo varias circunstancias;
- La FIG. 13 es un diagrama de bloques de una realización de la presente invención que muestra los bloques de memoria en los que el software usado puede dividir la memoria de un nodo de usuario;
- 15 La FIG. 14 es un diagrama de flujo de una realización de la presente invención que muestra una Rutina de Conexión de Nodo Hijo Prospectivo – la rutina que un nuevo nodo de usuario (o nodo de usuario solicitante de conexión) puede experimentar en un intento de conectar con una cadena (o árbol) de distribución después de recibir una lista de direcciones de conexión;
- La FIG. 15 es un diagrama de flujo de una realización de la presente invención que muestra una Rutina de Conexión de Nodo Hijo Prospectivo Con una Subrutina Volver al Servidor;
- 20 La FIG. 16 es un diagrama de flujo de una realización de la presente invención que ilustra una Rutina de Conexión de Nodo Padre Prospectivo;
- La FIG. 17 es un diagrama de flujo de una realización de la presente invención que ilustra una Rutina de Instrucción de Conexión de Servidor;
- 25 La FIG. 18 es un diagrama de flujo de una realización de la presente invención que ilustra una Rutina de Instrucción de Conexión de Padre Completamente Ocupado;
- La FIG. 19 es un diagrama de flujo de una realización de la presente invención que ilustra una Subrutina de Selección de Múltiples Nodos;
- Las FIG. 20A y 20B juntas son un diagrama de flujo de una realización de la presente invención que ilustra una Rutina de Dirección de Conexión Universal;
- 30 La FIG. 21 es un dibujo esquemático de una topología de una red informática de distribución de información de una realización de la presente invención antes de que se añada un nuevo nodo usando la Rutina de Dirección de Conexión Universal;
- La FIG. 22 es un dibujo esquemático de una topología de la red informática de distribución de información de una realización de la presente invención cuando se añade un nuevo nodo usando la Rutina de Dirección de Conexión Universal;
- 35 La FIG. 23 es un dibujo esquemático de una topología de una red informática de distribución de información de una realización de la presente invención antes de un evento de reconfiguración;
- La FIG. 24 es un dibujo esquemático de una topología de una red informática de distribución de información de una realización de la presente invención mostrada en la FIG. 23 después de un evento de reconfiguración;
- 40 La FIG. 25 es un dibujo esquemático de una topología de una red informática de distribución de información de una realización de la presente invención, ligeramente diferente de la topología mostrada en la FIG. 23, antes de un evento de reconfiguración;
- La FIG. 26 es un dibujo esquemático de una topología de una red informática de distribución de información de una realización de la presente invención mostrada en la FIG. 25 después de un evento de reconfiguración;
- 45 La FIG. 27 es un diagrama de flujo de una realización de la presente invención que muestra una Rutina de Propagación de Nodo Hijo;
- La FIG. 28 es un dibujo esquemático de otra topología de una red informática de distribución de información de una realización de la presente invención antes de un evento de reconfiguración;

La FIG. 29 es un dibujo esquemático de una topología de una red informática de distribución de información de una realización de la presente invención mostrada en la FIG. 28 después de un evento de reconfiguración;

La FIG. 30 es un dibujo esquemático de otra topología de una red informática de distribución de información de una realización de la presente invención antes de una “denuncia” con respecto a las comunicaciones;

5 La FIG. 31 es un diagrama de flujo de una realización de la presente invención que muestra una Rutina de Respuesta de Denuncia de Abuelo;

Las FIG. 32A-32J se refieren a ejemplos de “Reconfiguración” según la presente invención;

Las FIG. 33A y 33B se refieren a un ejemplo de “Salida de Nodo” según la presente invención;

10 Las FIG. 34A-34F y 35A-35C se refieren a unos ejemplos de “Votación (código de denuncia)” según la presente invención;

Las FIG. 36A y 36B se refieren a un ejemplo de “Apagado” según la presente invención;

Las FIG. 37A y 37B se refieren a un ejemplo de “Ping/Pong” según la presente invención;

Las FIG. 38A-38L se refieren a un ejemplo de “Salida Simultánea de Nodos Adyacentes (Verde-Rojo)” según la presente invención;

15 Las FIG. 39A-39L se refieren a un ejemplo de “Salida Simultánea de Nodos Adyacentes (Verde-Verde)” según la presente invención;

Las FIG. 40A-40L se refieren a un ejemplo de “Salida Simultánea de Nodos (Deslizar Un Nivel)” según la presente invención;

La FIG. 41 se refiere a un ejemplo de “Reconfiguración – Nodo Flojo” según la presente invención; y

20 Las FIG. 42A-42C se refieren a varios ejemplos de topología de red de distribución según la presente invención.

Entre aquellos beneficios y mejoras que se han descrito, otros objetos y ventajas de esta invención llegarán a ser evidentes a partir de la siguiente descripción tomada en conjunto con las figuras anexas. Las figuras constituyen una parte de esta especificación e incluyen realizaciones ilustrativas de la presente invención e ilustran diversos objetos y rasgos de la misma (cabe señalar que se pueden usar los mismos números de referencia para identificar elementos idénticos en todas las figuras).

25

### Descripción detallada de la invención

Se describen en la presente memoria realizaciones detalladas de la presente invención; no obstante, se tiene que entender que las realizaciones descritas son meramente ilustrativas de la invención que se pueden incorporar de diversas formas. Además, cada uno de los ejemplos dados en conexión con las diversas realizaciones de la invención se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo. Además, las figuras no están necesariamente a escala, algunos rasgos pueden estar exagerados para mostrar detalles de componentes particulares. Por lo tanto, los detalles estructurales y funcionales específicos descritos en la presente memoria no tienen que ser interpretados como limitantes, sino meramente como una base representativa para enseñar a un experto en la técnica a emplear diversamente la presente invención.

30

Con referencia ahora a la FIG. 3, se muestra una ilustración de una disposición de propagación lineal 10 de una red informática según una realización de la presente invención. En esta realización, el nodo servidor primario (o simplemente, servidor) 11 proporciona datos de contenido (por ejemplo, medios de difusión en forma continua) a nodos de usuario 12 conectados directamente a él (algunas veces referidos como “nodos de usuario de primer nivel”). Cada nodo de usuario de primer nivel 12 tiene un nodo de usuario de segundo nivel 13 conectado a él y cada

40

nodo de usuario de segundo nivel 13 tiene un nodo de usuario de tercer nivel 14 conectado a él. El sistema informático en cada nodo de usuario de primer nivel 12 pasa una copia de los datos de contenido recibidos desde el nodo servidor 11 al sistema informático en el nodo de usuario de segundo nivel 13 unido a tal nodo de usuario de primer nivel 12. El sistema informático en cada nodo de usuario de segundo nivel 13 a su vez pasa los datos de contenido sobre el sistema informático al nodo de usuario de cuarto nivel 14 unido a él.

45

Como se trata más adelante más completamente, bajo esta realización los sistemas informáticos en el servidor y los nodos de usuario pueden tener instalado en ellos software de distribución que permite a los nodos estar dispuestos como se muestra y para que los sistemas informáticos reciban y retransmitan datos.

La disposición de nodos conectados de manera en cascada (es decir, los nodos de primer nivel están conectados al servidor, los nodos de segundo nivel están conectados a los nodos de primer nivel, los nodos de tercer nivel están conectados a nodos de segundo nivel y así sucesivamente) mostrada en la FIG. 3 se aprovecha del ancho de banda disponible en ciertos nodos para recibir y transmitir datos esencialmente simultáneamente. En una disposición de

50

propagación lineal, la capacidad de distribución eficaz de un servidor se multiplica en esencia por el número de niveles de nodos enlazados entre sí. En el ejemplo de la FIG. 3 (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), la capacidad de distribución del nodo servidor se aumenta desde 8 nodos de usuario a 24 en sólo tres niveles.

5 Cabe señalar que muchos nodos de usuario pueden tener al menos suficiente ancho de banda (por ejemplo, ancho de banda ascendente así como ancho de banda descendente) para recibir datos de un nodo y para retransmitir flujos de datos esencialmente simultáneamente a dos o más de otros nodos. Esta capacidad se podría usar en otra realización para poner en marcha una red informática con una disposición de propagación exponencial conectada de manera en cascada 16 (como se muestra en la FIG. 4). Como el nombre implica, una disposición de propagación exponencial aumenta eficazmente la capacidad de distribución de un servidor exponencialmente. Por ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), con sólo tres niveles de nodos de usuario, cada uno que tiene la capacidad de retransmitir dos flujos de datos, la capacidad de distribución del servidor en la FIG. 4 se aumenta desde 8 nodos de usuario a 56.

10 En otra realización una red de distribución también se puede poner en marcha como una disposición lineal/exponencial híbrida conectada de manera en cascada 18, tal como se muestra en la FIG. 5.

15 Cabe señalar que la capacidad de distribución eficaz crece más rápidamente en una disposición lineal/exponencial híbrida con cada nuevo nivel que lo hace la capacidad de distribución en una disposición de propagación lineal y menos rápidamente que lo hace la capacidad de distribución en una disposición exponencial pura. No obstante, cualquiera de estas disposiciones permite que una capacidad de distribución del servidor sea aumentada extremadamente (por ejemplo, con poca o sin inversión adicional en equipamiento para el servidor). Además, se puede usar cualquier otra disposición híbrida deseada.

20 Con referencia de nuevo a las FIG. 1-5, todas las conexiones entre nodos se ilustran con flechas en cada extremo. Esto se pretende que signifique que los datos fluyen en ambas direcciones entre los nodos conectados. Por ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), un nodo de usuario conectado a un servidor puede transmitir datos al servidor indicando la identidad del nodo de usuario, lo que el nodo de usuario quiere y/u otros datos, mientras que el nodo servidor puede transmitir datos confirmando su identidad y conteniendo información y otro contenido al nodo de usuario. En los dibujos restantes tales flechas pueden no ser mostradas por el bien de la simplicidad. Además, se señala que el volumen de datos que se transmite puede ser contenido (por ejemplo, páginas web, ficheros de música, medios de difusión en forma continua) y tal contenido se entenderá que fluye árbol abajo de nodo a nodo en los dibujos (es decir, en la dirección desde el servidor raíz a un nodo de primer nivel, a un nodo de segundo nivel, a un nodo de tercer nivel, etc.).

25 Como se puede entender a partir de lo anterior, una disposición de propagación exponencial puede crear la mayoría de capacidad de distribución. No obstante, aunque muchos (y quizás incluso la mayoría) nodos de usuario pueden tener suficiente ancho de banda para retransmitir múltiples copias de calidad aceptable de los datos, un número de nodos de usuario puede no tener suficiente ancho de banda para retransmitir más de una copia de los datos con calidad aceptable y algunos nodos de usuario puede no tener suficiente ancho de banda para retransmitir incluso una única copia aceptable. Bajo estas condiciones, un sistema de distribución que emplea la presente invención se puede configurar, por ejemplo, como una red de propagación híbrida. En tal sistema, un ordenador personal que actúa como un nodo servidor puede alcanzar muchos (por ejemplo, cientos, miles o más) nodos de usuario, incluso si el nodo servidor en sí mismo tiene capacidad para transmitir datos de contenido directamente solamente a otro nodo.

30 En la siguiente discusión se asumirá que el sistema que emplea la presente invención se aprovechará de la capacidad de muchos nodos de usuario para retransmitir simultáneamente hasta dos copias de datos (por ejemplo, datos de contenido). No obstante, se debería entender que la invención podría aprovecharse de nodos de usuario capaces de retransmisión simultánea de incluso mayores números de copias.

35 En una realización la longitud de las cadenas de distribución (es decir, el número de niveles de nodos de usuario enlazados unos a través de otros al servidor) se puede mantener tan pequeña como sea posible para reducir la probabilidad de que los nodos en los extremos de las cadenas sufran una discontinuidad de servicio. De esta manera, bajo esta realización, a fin de maximizar el número de nodos de usuario que se pueden conectar al servidor mientras que se intenta mantener la longitud de las cadenas de distribución tan pequeña como sea posible, los nodos usuario que tienen el ancho de banda más grande se pueden colocar tan alejados árbol arriba como sea posible (es decir, ser situados tan cerca como sea posible del servidor, donde "cerca" se refiere a un nivel de nodo de red y no necesariamente a proximidad geográfica).

40 A este respecto, si un nodo de usuario no fiable se coloca cerca o en el extremo de una cadena, pocos o ningún otro nodo de usuario estaría afectado por el abandono de la red del nodo de usuario no fiable. Por el contrario, si un nodo de usuario no fiable estuviera colocado en o cerca del comienzo de la cadena (es decir, estar lejos árbol arriba), estarían afectados muchos otros nodos por la salida del nodo no fiable. Debido a que se pueden usar diversas realizaciones de la invención para ver el nombramiento de medios de difusión en forma continua, en el que una conexión esencialmente continúa a una fuente de contenido audiovisual puede ser esencialmente una necesidad,

puede ser importante (por ejemplo, para este uso de medios de difusión en forma continua) que los nodos de usuario más fiables sean colocados arriba en la cadena (es decir, altos árbol arriba).

5 Un nodo de usuario se puede considerar no fiable por cualquier número de razones. Un ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), es que el nodo de usuario está conectado a Internet por líneas que tienen fallos intermitentes. Otro ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), es que el usuario está muestreando meramente el contenido disponible en la red y desconecta intencionadamente el nodo de usuario de la red de distribución después de discernir que no tiene interés en el contenido.

10 De esta manera, bajo una realización de la presente invención los nodos de usuario se pueden colocar en las posiciones más ventajosas, teniendo en cuenta la naturaleza dinámica de la red de distribución, en la que muchos nodos de usuario pueden entrar y abandonar la red de distribución durante toda la transmisión del servidor de un programa de medios de difusión en forma continua. Además, la invención puede ayudar a conservar la experiencia de visión de los usuarios en nodos de usuario colocados incluso al final de una cadena distribución (el servidor y/o los nodos de usuario se pueden habilitar para realizar las operaciones requeridas para poner en marcha y mantener la red de distribución teniendo el software de distribución de datos instalado dentro de los mismos).

15 Con referencia ahora a un ejemplo de "Llegada de Nodo de Usuario" (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), se puede ver a partir de las FIG. 3-5 que las cadenas de distribución se pueden ver como una pluralidad de árboles de familia, cada árbol de familia que está arraigado a un servidor 11 a través de uno de los nodos de primer nivel 12 (cada nodo en la red de distribución puede tener un software de distribución cargado en él que permite al nodo realizar las funciones descritas más adelante; antes de que cualquier un nuevo nodo pueda unirse a la red de distribución, tal nuevo nodo puede tener también tal software cargado en él).

20 Cabe señalar que en la mayoría de los ejemplos tratados más adelante, las topología de red tienen un factor de rama de dos (es decir, no se asigna a ningún nodo de usuario más de dos nodos hijo a ser conectados directamente a él). Una topología de red con un factor de rama de dos se puede referir como una topología de árbol binario. Se debería entender, por supuesto, que las enseñanzas expuestas en la presente memoria se puede extender a topologías de red que tengan otros factores de rama, por ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), factores de rama de tres, cuatro o más.

25 En cualquier caso, la FIG. 6 es un dibujo esquemático de una topología de red de distribución útil para describir el ejemplo de "Llegada de Nodo de Usuario" actual. Esta FIG. 6 muestra una cadena de distribución o árbol de familia arraigado al servidor 11 a través del nodo de usuario A, un nodo de usuario de primer nivel 12 (las líneas discontinuas representan conexiones desde el servidor a otros nodos de primer nivel o desde el nodo A a otro nodo de usuario). El nodo de usuario A podría ser considerado como un nodo hijo del servidor y como un nodo padre para otros nodos de usuario conectados directamente a él. El nodo de usuario B, un nodo de usuario de segundo nivel 13, podría ser considerado como un hijo de A. Los nodos de usuario C y D, nodos de usuario de tercer nivel 14, pueden ser considerados como hijos de B y nietos de A (y hermanos entre sí). Los nodos de usuario E y F, nodos de usuario de cuarto nivel 15, se pueden considerar como hijos de C (y hermanos entre sí). El nodo de usuario G, también un nodo de usuario de cuarto nivel 15, se puede considerar como hijo de D. Y los nodos de usuario E, F y G se pueden considerar como nietos de B y bisnietos de A.

30 En el presente ejemplo, siempre que un nuevo nodo de usuario (o nodo de usuario solicitante de conexión) 19, tal como el nodo X en la FIG. 6, busca conexión a la red de distribución, primero hará una conexión temporal al nodo servidor (un servidor de conexión, no mostrado) a fin de comenzar el proceso para conectar al sistema distribución. El servidor (o servidor de conexión) discernirá desde el nodo de usuario una clasificación de ancho de banda (tratada más adelante) adecuada para ese nodo y, dependiendo de la capacidad disponible del servidor y cualquier cadena de distribución existente, el servidor asignará o bien el nuevo nodo de usuario a un punto conectado directamente al servidor o bien dotará al nuevo nodo de usuario con un camino de conexión a través de un árbol al servidor.

35 La FIG. 10 es un diagrama de flujo asociado con este ejemplo que muestra una Rutina de Conexión de Servidor que se realiza cuando un nodo hijo prospectivo busca unirse a la red de distribución. En el paso 101 el servidor realiza la Rutina de Instrucción de Conexión de Servidor (tratada más adelante), en la que el servidor determina qué instrucciones de conexión dar al nuevo nodo de usuario (o nodo de usuario solicitante de conexión). El servidor entonces va al paso 102 donde determina si, como resultado de la Rutina de Instrucción de Conexión de Servidor, el nodo hijo prospectivo está siendo instruido para acoplarse con el servidor. Si el nodo hijo prospectivo está siendo instruido para acoplarse con el servidor, entonces el servidor va al paso 103 en el cual el servidor permitiría al nuevo nodo de usuario acoplarse con él y el servidor comenzaría transmitiendo datos (por ejemplo, medios de difusión en forma continua) directamente al nuevo nodo de usuario.

40 Cabe señalar que como se refirió anteriormente, se podían usar dos servidores diferentes - uno para realizar la rutina de conexión de servidor y el otro para transmitir datos (por ejemplo, medios de difusión en forma continua) - dado que ambos servidores estarían realizando funciones de servidor, serán considerados algunas veces en lo sucesivo un único servidor para los propósitos de la descripción de la presente memoria.



Cabe señalar además que mientras que el nodo hijo prospectivo puede ser un nuevo nodo de usuario o un nodo de usuario solicitante de conexión, para simplificar la siguiente discusión tal nodo hijo prospectivo puede ser referido simplemente como un "un nuevo nodo de usuario".

5 En cualquier caso, si el nuevo nodo de usuario no está siendo instruido para acoplarse directamente con el servidor, entonces el servidor va al paso 104 en el que dota al nuevo nodo de usuario con una lista de conexión de direcciones y desconecta el nuevo nodo de usuario del servidor.

10 Esencialmente contemporáneamente con el rendimiento por el servidor de la Rutina de Conexión de Servidor, el nuevo nodo de usuario está realizando la Petición de Nodo Hijo Prospectivo al Servidor para una Rutina de Conexión. La FIG. 11 es un diagrama de flujo asociado con este ejemplo que ilustra la Petición de Nodo Hijo Prospectivo al Servidor para una Rutina de Conexión. Tras hacer la conexión temporal al servidor, el nuevo nodo de usuario va al paso 111 en el que proporciona información de clasificación de ancho de banda y clasificación de rendimiento al servidor. Entonces pasa al paso 112 en el que recibe instrucciones de conexión desde el servidor. Entonces el nuevo nodo de usuario pasa al paso 113 para determinar si ha sido instruido para acoplarse directamente con el servidor. Si la respuesta es "sí", entonces el nuevo nodo de usuario pasa al paso 114 en el que borra cualquier información que pueda haber estado en su base de datos antecesora y, si el software de distribución tiene una Subrutina Volver al Servidor en él, reajusta el contador de intentos de conexión a cero. El nuevo nodo de usuario entonces pasa al paso 115 en el que se acopla con el servidor y comienza la recepción de datos (por ejemplo, medios de difusión en forma continua). Si el nuevo nodo de usuario no está siendo instruido para acoplarse directamente con el servidor, entonces el nuevo nodo de usuario va al paso 116 en el que recibe la nueva lista de direcciones de conexión desde el servidor y carga tal lista en la base de datos antecesora del nodo de usuario y comienza la Rutina de Conexión de Nodo Hijo Prospectivo (tratada más adelante). Si el software de distribución tiene una Subrutina Volver al Servidor en él, el contador de intentos de conexión se reajusta a uno en el paso 116.

25 En los ejemplos tratados en conexión con las FIG. 6-9 y 12A-12C (cuyos ejemplos se pretende que sean ilustrativos y no restrictivos), el servidor ha determinado que no se permitirá que el nuevo nodo de usuario X conecte directamente con el servidor. También, para los propósitos de estos ejemplos, todos los nodos de usuario se supone que son capaces por igual de retransmitir simultáneamente dos copias de los datos de contenido y que el árbol arraigado a través del nodo A es el árbol más adecuado a través del cual el nodo X se debería conectar al servidor. En una realización, el servidor se puede basar en la longitud de la cadena en la determinación de qué nodo de usuario particular, ya en la red de distribución, debería conectar ese nodo X.

30 Con referencia de nuevo al ejemplo de la FIG. 6, se muestra la topología de la red de distribución en base a la información disponible más reciente para el servidor en el momento que el nodo X busca unirse a la red de distribución. El camino D-B-A-S (donde "S" es el servidor) representa el camino disponible más corto desde un extremo de una cadena de vuelta al servidor (por ejemplo, desde un punto de vista de nivel de nodo y no necesariamente desde un punto de vista de proximidad geográfica) y el servidor 11 da esa información del camino o lista de direcciones de conexión, al nodo X durante el paso 104 de la FIG. 10 (y el nodo X recibe tal lista durante el paso 116 de la FIG. 11). Es decir, se dará al nodo X una lista de direcciones de conexión con los URL y/o las direcciones IP de cada uno de los nodos D, B, A y S. El software de distribución en el nodo X hace que la información del camino sea almacenada en la parte antecesora (o base de datos antecesora) 132 de la base de datos de topología del nodo X 131 mostrada en la FIG. 13. La base de datos antecesora puede incluir una lista antecesora, una lista de direcciones de antecesores del nodo X desde el padre del nodo X de vuelta al nodo servidor. (La FIG. 13 muestra un diagrama de bloques ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo) que muestra los bloques de memoria en los que el software usado en conexión con la presente invención puede dividir la memoria de un nodo de usuario 130). El nodo X entonces intenta contactar el nodo D primero, el nodo de usuario más distante del servidor 11 en el camino. Señalar que cuando el servidor proporciona la dirección de conexión D-B-A-S al nodo X, el servidor está dando lo que se "entiende" que es la información del camino completo que va todo el camino de vuelta al servidor. Es decir, posterior a la generación más reciente de los datos topológicos, el nodo D puede haber salido de la red, ya que puede tener uno o más de sus antecesores, provocando una reconfiguración (tratada más adelante) de al menos una parte del árbol del cual D fue parte.

50 Con referencia ahora a la FIG. 14 está un diagrama de flujo asociado con este ejemplo que muestra la Rutina de Conexión de Nodo Hijo Prospectivo, la rutina que un nuevo nodo de usuario, aquí el nodo X, atravesará en un intento de conectar con una cadena (o árbol) de distribución después de recibir una lista de direcciones de conexión (que el nodo X ha almacenado en la parte antecesora de su base de datos de topología) desde el servidor o desde un nodo padre prospectivo o durante un evento de reconfiguración. En el paso 141, el nodo X intenta contactar con el primer nodo en la lista de direcciones de conexión. El primer nodo y solamente el nodo, en la lista de direcciones de conexión podría ser el servidor en sí mismo. Aquí el nodo D es el primer nodo en la lista. El nodo X entonces pasa al paso 142 y determina si el primer nodo en la lista de direcciones de conexión está aún en línea y aún es parte de la red de distribución (en un ejemplo, si no se recibe respuesta dentro de un periodo de tiempo predeterminado, desde el primer nodo en la lista de direcciones de conexión, la respuesta a la consulta en el paso 142 se considerará que es no). Si el nodo D está en línea y aún es parte de la red de distribución, el nodo X pasa al paso 143 en el que el nodo X consulta si el nodo D tiene espacio para el nodo X. Esta consulta puede necesitar ser hecha debido a que la red de distribución puede haber atravesado un evento de reconfiguración provocando en el nodo D no tener suficiente capacidad para proporcionar una copia de los datos de contenido al nodo X. Si el nodo D

tiene espacio para el nodo X, entonces el nodo X pasa al paso 144 en el que conecta (o se acopla) con el nodo D y comienza a recibir datos de contenido desde él. Esto se representa en la FIG. 7. Señalar que el nodo X es ahora uno de varios nodos de nivel cuatro 15.

5 Por otra parte, en el paso 142, si el nodo D no está en línea (por ejemplo, no se recibe respuesta del nodo D dentro de un periodo de tiempo predeterminado) o si el nodo D está en línea pero ya no es parte del sistema de distribución (por ejemplo, posterior a obtener del servidor sus datos de topología el usuario del sistema en el nodo D o bien hizo a su sistema informático ir fuera de línea o abandonar el sistema de distribución o bien hubo un fallo de línea que hizo al sistema informático ir fuera de línea), como se representa en la FIG. 8, entonces el nodo X va al paso 145 en el que borra la primera dirección de la lista de direcciones de conexión en la base de datos de antecesores del nodo X (y, en un ejemplo y para un propósito que llegará a estar claro cuando se discutan los eventos de reconfiguración más adelante, fija su almacenador temporal de bandera de reconfiguración 136 a la clasificación de propagación más baja). En este momento el nodo B, en el presente ejemplo, llega a ser el primer nodo en la lista de direcciones de conexión. Entonces el nodo X va de vuelta al paso 141 y repite la rutina descrita anteriormente. Señalar que debido al abandono del nodo D de la red de distribución, se desencadenó un evento de reconfiguración que provocó en el nodo G cambiar desde un nodo de cuarto nivel 15 a un nodo de tercer nivel 14.

20 En el paso 143, si el nodo padre prospectivo no tiene espacio para el nuevo nodo (por ejemplo, la capacidad del nodo padre prospectivo está completamente ocupada), el nuevo nodo va al paso 146, en el que recibe una nueva lista de direcciones de conexión del padre prospectivo. El padre prospectivo entonces puede realizar una Rutina de Instrucción de Conexión de Padre Completamente Ocupado, tratada más adelante en conexión con la FIG. 18, en donde crea la nueva lista de direcciones de conexión en base a los datos de topología obtenidos de sus descendientes. Esa nueva lista puede incluir el camino de vuelta al servidor a través del padre prospectivo por si acaso, como se trató anteriormente, hay salidas de nodo de usuario a lo largo del camino.

Cabe destacar que haciendo a un nodo padre prospectivo preparar la nueva lista de direcciones de conexión como se describió en este ejemplo, la sobrecarga en el servidor se reduce y se distribuye entre los nodos de usuario.

25 Aún con referencia al ejemplo representado en la FIG. 8, cuando el nodo X llega al paso 143, el nodo B responderá que no tiene espacio y el nodo X pasará al paso 146. Cuando el nodo X realiza el paso 146, la nueva lista de direcciones de conexión que recibe desde el nodo B será G-B-A-S. Entonces el nodo X pasa al paso 141 y repite la rutina desde ese punto en adelante. Cuando la rutina se realiza en la topología mostrada en la FIG. 8, el paso 143 provocará al nodo G responder que tiene espacio para el nodo X. El nodo X entonces realizará el paso 144 y se conectará a la red de distribución a través del nodo G como se muestra en la FIG. 9. Aquí, el nodo X llegará a ser un nodo de cuarto nivel 15.

35 El software de distribución puede incluir una Subrutina Volver al Servidor, compuesta de los pasos 151, 152 y 153 como se muestra en la FIG. 15, como parte de la Rutina de Conexión de Nodo Hijo Prospectivo. Esta subrutina reduce el riesgo de que un nodo hijo prospectivo entrase en un círculo sin fin de intentos infructuosos para acoplarse con nodos en un árbol particular. Si la respuesta a la consulta en el paso 143 es "no", entonces el nodo X va al paso 151 en el que aumenta en uno el contador de intentos de conexión 135 en la memoria del nodo X. Entonces el nodo X va al paso 152 en el que determina si se ha alcanzado el límite de intentos de conexión. En un ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), el límite se puede prefijar a cualquier número mayor que uno y puede depender de lo que el diseñador de una red de distribución particular determine que sería una cantidad razonable de tiempo para que un nodo intente hacer una conexión en un árbol particular o una rama de un árbol, antes de que se debiese dar al nodo una oportunidad de obtener una lista de direcciones de conexión completamente nueva desde el servidor. Si no se ha alcanzado el límite de intentos de conexión, entonces el nodo X procede con el paso 146 como se trató anteriormente. Si se ha alcanzado el límite de intentos de conexión, entonces el nodo X va al paso 153, en el que vuelve al servidor y comienza la rutina de conexión de nuevo como se trató anteriormente en conexión con la FIG. 6. Si el acoplamiento con un nodo padre es un éxito, entonces después del paso 144 el nodo X realiza el paso 154 en el que el contador de intentos de conexión se fija a cero.

50 Con referencia ahora a la FIG. 16, se muestra un diagrama de flujo asociado con este ejemplo que ilustra la Rutina de Conexión de Nodo Padre Prospectivo. Usando el ejemplo ilustrado en las FIG. 6, 8 y 9, cuando el nodo X consulta el nodo B en el paso 142 durante la Rutina de Conexión de Nodo Hijo Prospectivo, el nodo B puede comenzar a realizar la Rutina de Conexión de Nodo Padre Prospectivo. En el paso 161, en respuesta a la consulta del nodo X, el nodo B determina si es parte del sistema de distribución al que el nodo X busca unirse. Si el nodo B no fuera parte de la red de distribución, respondería en negativo a la consulta del nodo X y el nodo B se terminaría con la Rutina de Conexión de Nodo Padre Prospectivo. En el ejemplo de la FIG. 8, la respuesta es "sí" y el nodo B pasa al paso 162.

55 En el paso 162 el nodo B determina si tiene espacio para un nuevo nodo. Si la respuesta fuese "sí", el nodo B pasaría al paso 163 donde permitiría al nodo X acoplarse con él y el nodo B comenzaría a transmitir al nodo X datos (por ejemplo, medios de difusión en forma continua) que se originan desde el servidor. En el ejemplo ilustrado en la FIG. 8, la respuesta es "no" y el nodo B, que actúa como un nodo de instrucción, va al paso 164 donde realiza la Rutina de Instrucción de Conexión de Padre Completamente Ocupado (tratada más adelante) y dota al nuevo nodo hijo prospectivo (aquí el nodo X) con una nueva lista de direcciones de conexión. Como se señaló anteriormente, la

60

nueva lista de direcciones de conexión puede incluir el camino de vuelta al servidor a través del nodo B (el padre prospectivo en este ejemplo) en el caso de que haya salidas del nodo de usuario a lo largo del camino, cuyas salidas pueden incluir el nodo B.

5 Después de realizar el paso 164 la conexión temporal entre el nodo B y el nodo X se termina y el nodo X se envía en su camino. En el ejemplo de las FIG. 8 y 9, la nueva lista de direcciones de conexión es G-B-A-S. Cuando el nodo X se aproxima al nodo G, el nodo G realiza la Rutina de Conexión de Nodo Padre Prospectivo tratada anteriormente. En el ejemplo ilustrado en las FIG. 8 y 9, el nodo G permite al nodo X acoplarse con él.

10 Con referencia ahora a un ejemplo de "Construcción de Red de Distribución" (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), se señala que bajo este ejemplo la longitud de las cadenas de distribución (es decir, el número de niveles de nodos de usuario enlazados entre sí al servidor raíz) aspira a ser mantenido tan pequeño como sea posible.

15 Suponiendo que todos los nuevos nodos de usuario tienen la misma capacidad de retransmisión (o descartando las diferentes capacidades de retransmisión que puedan tener diferentes nuevos nodos de usuario), los nodos de usuario se distribuirían en este ejemplo a través del primer nivel hasta que se rellenasen todos los intervalos de conexión directa al servidor. Entonces a medida que nuevos nodos de usuario busquen conexión a la red de distribución, se asignarían a conexiones con los nodos de primer nivel hasta que se rellenasen todos los intervalos disponibles en los nodos de primer nivel. Este procedimiento se repetiría con respecto a cada nivel a medida que más y más nuevos nodos usuarios intentasen conectarse a la red de distribución. En otras palabras, el servidor, que actúa como un nodo de instrucción, realizaría una Rutina de Instrucción de Conexión de Servidor en la que un paso está determinando si hay espacio en el servidor para un nuevo nodo de usuario y, en su caso, el servidor daría instrucciones al nuevo nodo de usuario para conectar directamente al servidor. Si no hubiese espacio en el servidor, entonces el servidor realizaría el paso de consultar su base de datos de topología de red y concebir una lista de direcciones de conexión que tenga el menor número de enlaces de conexión a un nodo de usuario padre prospectivo. Después de realizar la Rutina de Instrucción de Conexión de Servidor, el servidor permitiría o bien al nuevo nodo de usuario acoplarse directamente con el servidor o bien enviar el nuevo nodo de usuario en su camino al primer nodo de usuario padre prospectivo en la lista de direcciones de conexión.

20 En este ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), un nodo padre prospectivo ocupado parcialmente en un nivel particular (es decir, un nodo padre prospectivo que ya tiene un hijo pero que aún tiene un intervalo disponible para un nodo hijo adicional) se puede preferir sobre nodos padre potenciales (es decir, sin hijos) no ocupados en el mismo nivel. Esto puede ayudar a mantener el número de nodos interiores (es decir, el número de nodos que retransmiten datos) al mínimo.

25 Alternativamente, en otro ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), nodos que tienen cero hijos se pueden preferir sobre nodos que ya tienen un hijo. Mientras que es cierto que esto puede aumentar el número de nodos de repetición, lo que los inventores han encontrado es que rellorando la frontera de una forma "entrelazada", los nodos de conexión crean sus almacenadores temporales más rápidamente (permitiendo una reducción en la incidencia de las interrupciones de flujo).

30 Con referencia ahora a las FIG. 12A-12C, estas FIG. ilustran, en este ejemplo, lo que ocurre cuando un nodo padre ocupado parcialmente se prefiere sobre un nodo padre sin hijos como una dirección destino para un nuevo nodo de usuario (suponiendo que son iguales todos los otros factores). La FIG. 12A es un diagrama esquemático asociado con este ejemplo que muestra una topología en donde los nodos C y D, ambos nodos de tercer nivel 14, tienen capacidad restante para uno o más nodos hijo. El servidor 11 tiene la opción de enviar un nuevo nodo de usuario X o bien al nodo C, como se muestra en la FIG. 12B, o bien al nodo D, como se muestra en la FIG. 12C, sin aumentar la longitud de la cadena más larga en la red de distribución. No obstante, los nodos de usuario son libres de abandonar la red de distribución en cualquier momento. Con la topología mostrada en la FIG. 12C, si cualquiera de los nodos C o D abandona la red, habría un efecto en un nodo hijo. Con la topología mostrada en la FIG. 12B, hay una oportunidad significativa de que si uno de los nodos C y D abandona la red, no habría impacto en ningún nodo hijo. Es decir, si es el nodo D el que abandona la red, no hay ningún hijo que se quedaría huérfano.

35 Cabe señalar que en la discusión de los ejemplos ilustrados en las FIG. 6-9 y 12A-12C, se ha supuesto que todos los nodos de usuario son capaces por igual de retransmitir simultáneamente dos copias de los datos de contenido. No obstante, los nodos de usuario que se unen realmente a una red de distribución tendrán diversas capacidades para retransmitir datos. Algunos no tendrán capacidad fiable debido a limitaciones de hardware. Otros nodos de usuario tendrán alta capacidad nominal debido a su hardware y tipo de conexión a Internet, pero pueden tener fiabilidad baja debido a condiciones de línea malas o los caprichos de los deseos de los humanos que usan realmente los nodos de usuario. Por ejemplo, un nodo de usuario que tiene una conexión T1 o más rápida a Internet tiene un ancho de banda significativamente grande, pero no es fiable si el usuario (o espectador) está muestreando meramente el contenido disponible en la red de distribución.

40 Como se señaló anteriormente, en un ejemplo los nodos de usuario que tienen la capacidad más fiable se deberían colocar tan altos en una cadena de distribución como sea posible (es decir, tan lejos árbol arriba como sea posible) debido a que tendrían la capacidad de soportar el mayor número de nodos hijo, nodos nieto y así sucesivamente.

## ES 2 561 616 T3

De esta manera, para diferenciar las capacidades fiables de los nodos de usuario, se puede considerar un número de factores. Ejemplos de tales factores (cuyos ejemplos se pretenden que sean ilustrativos y no restrictivos), incluyen los siguientes:

- 5 • Uno es el tiempo, es decir, el número de segundos (u otras unidades de tiempo) desde que el nodo hizo su conexión más reciente a la red. Siendo igual todo lo demás, se puede considerar bajo este ejemplo un nodo de usuario que se ha conectado continuamente a la red de distribución durante un periodo de tiempo largo que es probablemente más fiable (o bien debido a condiciones de línea o bien interés del usuario) que un nodo de usuario que se ha conectado continuamente a la red durante un periodo de tiempo corto.
- 10 • Otro factor es la clasificación de ancho de banda, que se puede determinar, por ejemplo, mediante una prueba real del nodo de usuario cuando intenta en primer lugar conectar con el servidor o un nodo padre (por ejemplo, en el momento de conexión inicial) o determinar por el ancho de banda nominal que se determina por el tipo de conexión hecha por el nodo de usuario a Internet. En un ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), describiremos clasificaciones basadas en ancho de banda nominal como sigue:
  - 15 ○ Un nodo de usuario con una conexión de módem de marcación de 56 Kbit/seg a Internet es esencialmente inútil para retransmisión de datos de contenido debido a su pequeño ancho de banda. En este ejemplo, se asigna a tal nodo una clasificación de ancho de banda de cero (0,0).
  - 20 ○ Un nodo de usuario con una conexión de módem de cable o de DSL (por ejemplo, ADSL) a Internet se le puede dar, en este ejemplo, una clasificación de ancho de banda de uno (1,0), debido a que es un tipo común de nodo y tiene un ancho de banda de transmisión ascendente nominal de 128 Kbit/seg, que es lo bastante grande para retransmitir potencialmente dos copias de calidad aceptable de los datos de contenido que recibe (suponiendo un flujo de datos de contenido de 50Kbit/seg). Tal capacidad encaja bien en una topología de árbol binario.
  - 25 ○ Una conexión de módem ISDN de tasa completa tiene nominalmente un ancho de banda ascendente de 56 Kbit/seg y un ancho de banda descendente de 56 Kbit/seg, los cuales soportarían potencialmente retransmisión de calidad aceptable de una única copia del flujo de datos de contenido (suponiendo un flujo de datos de contenido de 50 Kbit/seg). Por esta razón, se puede dar a un nodo de usuario con una conexión de módem ISDN de tasa completa a Internet, en este ejemplo, una clasificación de ancho de banda de un medio (0,5) o la mitad de la clasificación de un nodo de usuario conectado a Internet por una conexión de DSL (por ejemplo, ADSL) o módem de cable.
  - 30 ○ Nodos de usuario con enlaces T1 o mayores a Internet deberían ser capaces de soportar más (por ejemplo, al menos dos veces tantos) flujos como DSL (por ejemplo, ADSL) o módems de cable y por lo tanto se les puede dar, en este ejemplo, una clasificación de ancho de banda de dos (2,0). En el caso de que se pueda asignar a nodos padre de una red de distribución más de dos nodos hijo directamente conectados a los mismos, se pueden asignar clasificaciones de ancho de banda mayor que 2,0 bajo este ejemplo a conexiones de Internet que tienen ancho de banda mayor que conexiones T1.
  - 35
- 40 • En otro ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), se pueden soportar redes de otro ancho de banda (por ejemplo, 50 Kbit/seg y 100 Kbit/seg).
- 45 • En otro ejemplo, el ancho de banda necesario para que un nodo sea "capaz de repetir" puede depender de la red particular a la que se une (tras la conexión inicial el nodo de conexión puede probar primero su ancho de banda ascendente y luego notificar el ancho de banda al servidor de red, el servidor de red puede determinar si el nodo es o no "capaz de repetir").
- 50 • En otro ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), un nodo se puede considerar "capaz de repetir" si el nodo no está protegido por cortafuegos (por ejemplo, el puerto 1138 está abierto) y el nodo tiene suficiente ancho de banda para retransmitir dos copias del flujo entrante.
- Un tercer factor es el rendimiento. Una clasificación del rendimiento del nodo de usuario puede, en un ejemplo, ser cero (0,0) si está desconectado como resultado de una Rutina de Respuesta de Denuncia de Abuelo (tratada más adelante en conexión con la FIG. 31). De otro modo, la clasificación de rendimiento del nodo de usuario, en este ejemplo, puede ser uno (1,0).

Además, en este ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), se puede determinar una clasificación de utilidad del nodo de usuario multiplicando el tiempo de conexión por la clasificación de rendimiento por la clasificación de ancho de banda. Es decir, en este ejemplo:

- 55 • Clasificación de Utilidad = Tiempo x Clasificación de Rendimiento x Clasificación de Ancho de Banda.

Con referencia una vez más a la FIG. 13, se ve que en este ejemplo información con respecto al tiempo de un nodo de usuario conectado a la red, clasificación de ancho de banda, clasificación de rendimiento, clasificación de utilidad y clasificación de retransmisión potencial (tratada más adelante) se puede almacenar en el almacenador temporal de tiempo transcurrido del nodo de usuario 137, el almacenador temporal de clasificación de ancho de banda 138, el almacenador temporal de clasificación de rendimiento 139, el almacenador temporal de clasificación de utilidad 121 y el almacenador temporal de clasificación de retransmisión potencial 122, respectivamente.

En otro ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), los nodos que se introducen en la red se pueden juzgar para ser o bien “capaces de repetir” o bien “no capaces de repetir” (en donde los nodos no capaces de repetir se pueden denominar nodos “golpeables”). La capacidad de repetir se puede basar en: (1) Ancho de banda ascendente (por ejemplo, probado en una conexión inicial); y (2) el estado del cortafuegos, abierto o cerrado, de un nodo. En un ejemplo específico, si un nodo o bien está protegido por cortafuegos o bien tiene un ancho de banda ascendente menor que (aproximadamente) 2,5 veces la tasa de difusión en forma continua de vídeo, ese nodo será considerado golpeable. Todos los nodos que se unen a la red, ya sean golpeables o no golpeables, se pueden colocar tan cerca del servidor como sea posible. No obstante, con el propósito de colocación (que se describe por ejemplo en la Rutina de Dirección de Conexión Universal de la Figura 20), un nodo capaz de repetir puede golpear un nodo golpeable cuando está siendo colocado en la red.

Con referencia ahora a la FIG. 17 se muestra un diagrama de flujo asociado con este ejemplo que ilustra la Rutina de Instrucción de Conexión de Servidor. Esta rutina no necesita basarse necesariamente en la clasificación de utilidad del nuevo nodo de usuario. Esta rutina puede basarse en la clasificación de retransmisión potencial de un nodo de usuario, a la que se llega multiplicando la clasificación de rendimiento del nodo de usuario por su clasificación de ancho de banda. Es decir, en este ejemplo:

- Clasificación de Retransmisión Potencial = Clasificación de Rendimiento x Clasificación de Ancho de Banda.

De esta manera, en este ejemplo, el servidor querría poner esos nodos de usuario con la más alta clasificación de retransmisión tan cerca del servidor en una cadena de distribución como sea posible (es decir, tan alto árbol arriba como sea posible) debido a que tienen la más alta probabilidad de ser capaz de retransmitir una o más copias de datos de contenido. Por otra parte, una clasificación de retransmisión potencial de cero en este ejemplo indica que un nodo de usuario no tiene capacidad para (o poca fiabilidad esperada al) retransmitir incluso una copia de datos de contenido (el servidor en este ejemplo querría poner un nodo de usuario con una clasificación cero tan lejos como sea razonablemente posible del servidor en una cadena de distribución (es decir, tan bajo árbol abajo como sea posible). Con el propósito de facilidad de discusión, en el ejemplo de diagrama de flujo de la FIG. 17 que ilustra la Rutina de Conexión de Servidor, el servidor está preocupado por si la clasificación de retransmisión potencial es cero (es decir, o bien una o ambas de la clasificación de rendimiento y la clasificación de ancho de banda es cero) o mayor que cero (es decir, tanto la clasificación de rendimiento como la clasificación de ancho de banda son mayores que cero).

En el paso 171 el nodo servidor interroga el nuevo nodo de usuario (o nodo solicitante de conexión) para su clasificación de ancho de banda y la clasificación de rendimiento. Si el nuevo nodo de usuario es realmente nuevo para la red de distribución o si ha vuelto al servidor debido a que todos los nodos antecesores del nodo de usuario han desaparecido de la red, la memoria de rendimiento del nuevo nodo de usuario contendrá, en este ejemplo, una clasificación de rendimiento de 1,0 (por ejemplo, la clasificación por defecto). No obstante, si el nuevo nodo de usuario se ha despachado al servidor para una nueva conexión a la red debido a que el nuevo nodo de usuario ha fallado al proporcionar datos de contenido a uno de sus nodos hijo, entonces, en un ejemplo, su memoria de rendimiento contendrá una clasificación de rendimiento de cero.

En el paso 172, el servidor determina, en este ejemplo, si la tasa de retransmisión potencial del nodo solicitante de conexión es mayor que cero (es decir, si tanto la clasificación de ancho de banda como la clasificación de rendimiento son mayores que cero o, si solamente se considera la clasificación de ancho de banda, si la clasificación de ancho de banda es mayor que cero (es decir, el nodo solicitante de conexión es un nodo de ancho de banda alto)). Si la respuesta es “sí”, entonces el servidor va al paso 173 en el que el servidor determina si tiene espacio para el nuevo nodo de usuario. Si la respuesta a la consulta en el paso 173 es “sí”, entonces el servidor va al paso 174 en el que da instrucciones al nuevo nodo de usuario para conectar directamente al servidor. Entonces el servidor va al paso 102 en la Rutina de Conexión del Servidor (ver la FIG. 10).

Si la respuesta a la consulta en el paso 173 es “no” (es decir, el servidor no tiene la capacidad de servir al nuevo nodo de usuario directamente), entonces el servidor va al paso 175. En el paso 175, el servidor, que actúa como un nodo de instrucción, consulta su base de datos de topología de red y concibe una lista de direcciones de conexión que tiene el menor número de enlaces de conexión a un nodo padre prospectivo. Es decir, el servidor comprueba su información con respecto a los nodos en el nivel más cercano al servidor (es decir, el más alto árbol arriba) para determinar si hay cualquier nodo padre potencial con espacio disponible para el nuevo nodo de usuario. Si no hay nodos padre potenciales con espacio disponible, entonces se comprueba la base de datos con respecto a nodos en el enlace de nivel uno además desde el servidor y así sucesivamente hasta que se encuentra un nivel que tiene al menos un nodo padre potencial con espacio disponible para el nuevo nodo de usuario. Es decir, el servidor

determina qué nodo padre con capacidad no usada por un nodo hijo está más cercano al servidor (es decir, en el más alto nivel, con el primer nivel que es el más alto) y concibe la lista de direcciones de conexión desde tal nodo padre prospectivo al servidor. El servidor entonces va al paso 102 (mostrado en la FIG. 10).

5 En otra realización de la invención, el servidor podría saltar el paso 172 e ir directamente al paso 173 (o podría ir al paso 172 y, si la respuesta a la consulta en el paso 172 es “no” (es decir, o bien una o ambas de la clasificación de ancho de banda y la clasificación de rendimiento son cero o bien, si solamente se considera la clasificación de ancho de banda, si la clasificación de ancho de banda es cero (es decir, el nodo solicitante de conexión es un nodo de ancho de banda bajo)), el servidor podría ir al paso 175). No obstante, esto podría evitar al servidor cargar los más altos niveles de las cadenas de distribución con nodos capaces de retransmitir al menos una copia aceptable de los datos de contenido (a diferencia de si el servidor realiza el paso 172 y va al paso 176 si la respuesta a la consulta en el paso 172 es “no”).

10 En el paso 176 el servidor consulta su base de datos de topología de red y concibe una lista de direcciones de conexión que tiene el mayor número de enlaces de conexión a un nodo padre prospectivo. Es decir, el servidor comprueba su información con respecto a los nodos en el nivel más alejado del servidor (es decir, el más bajo árbol abajo) para determinar si hay cualquier nodo padre potencial con espacio disponible para el nuevo nodo de usuario. Si no hay nodos padre potenciales con espacio disponible, entonces la base de datos se comprueba con respecto a los nodos en el enlace de nivel uno más cercano al servidor y así sucesivamente hasta que se encuentra un nivel que tiene al menos un nodo padre potencial con espacio disponible para el nuevo nodo de usuario. De esta manera, los nodos de usuario que tienen capacidad de retransmisión limitada o no fiable se pueden iniciar tan lejos del servidor como sea posible y tendrán un efecto reducido en la capacidad total de la red de distribución.

20 Como se indicó anteriormente y como se trata más completamente más adelante, uno o más eventos de reconfiguración pueden haber tenido lugar dado que la base de datos de topología del servidor se actualizó por última vez. Como resultado, el primer nodo padre prospectivo que está presente realmente en la red de distribución para el nuevo nodo de usuario a contactar puede no tener espacio para el nuevo nodo de usuario. A modo de ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), cuando un nodo X intenta unirse a la red de distribución que tiene la topología mostrada en la FIG. 12A, el servidor dota al nodo X con la siguiente lista de direcciones de conexión: C-B-A-S. Si el nodo C ha desaparecido de la red entre la última actualización de la base de datos de topología del servidor y el intento del nodo X de contactar con el nodo C, entonces el nodo E, en virtud de un evento de reconfiguración, se conectaría, en este ejemplo, al nodo B como se muestra en la FIG. 12D. Entonces el nodo X, en la realización de la Rutina de Conexión de Nodo Hijo Prospectivo tratada en conexión con las FIG. 14 y 15, contactaría con el nodo B. El nodo B, en la Rutina de Conexión de Nodo Padre Prospectivo, tratada en conexión con la FIG. 16, tendría que responder a la consulta del paso 162 en negativo e ir al paso 164, en el que realiza la Rutina de Instrucción de Conexión de Padre Completamente Ocupado.

30 Con referencia ahora a la FIG. 18, se muestra un diagrama de flujo asociado con este ejemplo que ilustra esa rutina. Es similar a la Rutina de Instrucción de Conexión del Servidor. Dado que el nodo padre completamente ocupado ya ha determinado que no tiene espacio para el nuevo nodo de usuario (o nodo de usuario solicitante de conexión), la Rutina de Instrucción de Conexión de Padre Completamente Ocupado no necesita incluir un paso en el que se haga una determinación con respecto a si hay espacio para el nuevo nodo de usuario (o nodo solicitante de conexión). En la Rutina de Instrucción de Conexión de Padre Completamente Ocupado el nodo padre completamente ocupado, que actúa como un nodo de instrucción, primero realiza el paso 181 en el que interroga al nuevo nodo de usuario para su clasificación de ancho de banda y clasificación de rendimiento. En el paso 182, el nodo padre completamente ocupado determina si la tasa de retransmisión potencial del nuevo nodo de usuario es mayor que cero. (Si solamente se considera la clasificación de ancho de banda, entonces determina si la clasificación de ancho de banda es mayor que cero (es decir, el nodo que solicita la conexión es un nodo de ancho de banda alto)). Si la respuesta es “sí”, entonces el nodo padre completamente ocupado va al paso 183 en el que el nodo padre completamente ocupado consulta su base de datos de topología, que contiene la última información disponible para ese nodo con respecto a los enlaces desde el nodo padre completamente ocupado de vuelta al servidor y con respecto a los propios descendientes del nodo padre completamente ocupado (es decir, sus hijos, nietos, etc.) y concibe una nueva lista de direcciones de conexión que tiene el menor número de enlaces de conexión a un nuevo nodo padre prospectivo. Es decir, el nodo padre completamente ocupado comprueba su información con respecto a los nodos en el nivel más cercano al nodo padre completamente ocupado (pero no más cercano al servidor) para determinar si hay cualquier nodo padre potencial con espacio disponible para el nuevo nodo de usuario. Si no hay nodos padre potenciales con espacio disponible, entonces la base de datos se comprueba con respecto a nodos en el enlace de nivel uno además del nodo padre completamente ocupado (y además del servidor) y así sucesivamente hasta que se encuentra un nivel que tiene al menos un nodo padre potencial con espacio disponible para el nuevo nodo de usuario. Es decir, el nodo padre completamente ocupado determina qué nuevo nodo padre prospectivo con capacidad no usada para un nodo hijo está más cercano al nodo padre completamente ocupado y concibe la lista de direcciones de conexión de tal nuevo nodo padre prospectivo a través del nodo padre completamente ocupado y sobre el servidor. El nodo padre completamente ocupado entonces va al paso 184 en el que dota al nuevo nodo de usuario con la nueva lista de direcciones de conexión y desconecta el nuevo nodo de usuario del padre completamente ocupado.

Si la respuesta a la consulta en el paso 182 es no (es decir, o bien (i) una de la clasificación de ancho de banda y clasificación de rendimiento es cero o (ii) si solamente se considera una clasificación de ancho de banda, la clasificación de ancho de banda es cero (es decir, el nodo solicitante de conexión es un nodo de ancho de banda bajo)), el nodo padre completamente ocupado va al paso 185. En el paso 185 el nodo padre completamente ocupado consulta su base de datos de topología de red y concibe una lista de direcciones de conexión que tiene el mayor número de enlaces de conexión a un nuevo nodo padre prospectivo. Es decir, el nodo padre completamente ocupado comprueba su información con respecto los nodos en el nivel más alejado de él (y más lejos del servidor en que está) para determinar si hay cualquier nodo padre potencial con espacio disponible para el nuevo nodo de usuario. Si no hay nodos padre potenciales con espacio disponible, entonces se comprueba la base de datos con respecto a nodos en el enlace de nivel uno más cercano al nodo padre completamente ocupado y así sucesivamente hasta que se encuentra un nivel que tiene al menos un nodo padre potencial con espacio disponible para el nuevo nodo de usuario. Como se trató anteriormente, esto ayuda a asegurar que nuevos nodos de usuario que tienen capacidad de retransmisión limitada o no fiable se inician tan lejos del servidor como sea posible. Después de que el nodo padre completamente ocupado concibe la lista de direcciones de conexión de tal nuevo nodo padre prospectivo a través del nodo padre completamente ocupado y en el servidor, el nodo padre completamente ocupado entonces va al paso 184 donde actúa como se trató anteriormente.

En otra realización de la invención, el software de distribución se podría diseñar de manera que un padre completamente ocupado realice una Rutina de Instrucción de Conexión de Padre Completamente Ocupado, en la que no se realizan los pasos 181, 182 y 185. Es decir, se podría suponer que el servidor ha hecho la mayor parte del trabajo necesario para determinar dónde se debería colocar el nuevo nodo de usuario y que el nodo de usuario del padre completamente ocupado solamente necesita redirigir el nuevo nodo de usuario al nuevo padre prospectivo disponible más cercano. En tal caso, solamente se realizarían los pasos 183 y 184.

En el ejemplo tratado anteriormente en el que el nodo C ha desaparecido de la red cuando se ha dado al nuevo nodo de usuario X, por el servidor, la dirección de conexión C-B-A-S y en el que el nodo B es un nodo padre completamente ocupado como se muestra en la FIG. 12D, el nodo B parecería que tiene la opción de concebir o bien la lista de direcciones de conexión D-B-A-S o bien E-B-A-S con independencia de si se realizó la Rutina de Instrucción de Conexión de Padre Completamente Ocupado completa o abreviada.

A este respecto, para determinar qué lista de direcciones de conexión elegir cuando hay dos o más nodos padre prospectivos en un nivel particular que tiene espacio para un nuevo nodo de usuario, el software de distribución podría tener una subrutina adicional como parte de los pasos 175, 176, 183 y 185. Un ejemplo de esta subrutina, llamada la Subrutina de Selección de Múltiples Nodos se ilustra en la FIG. 19.

En el paso 191 el servidor o nodo padre completamente ocupado que decide dónde enviar un nuevo nodo de usuario determina si cualquiera de los nuevos nodos padre potenciales está parcialmente ocupado. Como se trató anteriormente, en un ejemplo un nodo padre potencial parcialmente ocupado se puede preferir sobre un nodo padre potencial no ocupado. En este caso, si cualquiera de los nodos padre potenciales está parcialmente ocupado, entonces el servidor o el nodo padre completamente ocupado va al paso 192. En el paso 192 el nodo padre prospectivo parcialmente ocupado con la más alta clasificación de utilidad se selecciona como el nuevo nodo padre prospectivo. Si hubiese solamente un único nodo padre potencial parcialmente ocupado, entonces se selecciona ese nodo.

Si en el paso 191 se determina que no hay nodos padre potenciales parcialmente ocupados, entonces el servidor o el nodo padre completamente ocupado va al paso 193. En el paso 193 el nodo padre prospectivo no ocupado con la más alta clasificación de utilidad se selecciona como el nuevo nodo padre prospectivo.

En otro ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), el ingeniero software podría tener el paso 193 que sigue una respuesta afirmativa a la consulta en el paso 191 y el paso 192 que sigue una respuesta negativa; en tal caso, los nodos padre prospectivos no ocupados se seleccionarían delante de los nodos padre prospectivos parcialmente ocupados (siendo iguales todas las otras cosas, puede ser ventajoso seleccionar nodos que tienen cero hijos sobre nodos que ya tienen un hijo; al tiempo que es cierto que esto puede aumentar el número de nodos de repetición, lo que los inventores han encontrado es que llenando la frontera de una forma "entrelazada", los nodos de conexión crean sus almacenadores temporales más rápidamente (permitiendo una reducción en la incidencia de interrupciones de flujo).

Después de que se completa cualquiera de los pasos 192 y 193, el servidor o el nodo padre completamente ocupado vuelve al paso desde el cual entró en la Subrutina de Selección de Múltiples Nodos (es decir, el paso 175, 176, 183 o 185) y completa ese paso.

Así, en el ejemplo mostrado en la FIG. 12D, donde el nodo C abandona la red abandonando por ello el nodo B con el quehacer de concebir una nueva lista de direcciones de conexión para el nodo X, el nodo B realizaría la Rutina de Instrucción de Conexión de Padre Completamente Ocupado. Con independencia de las clasificaciones de ancho de banda y rendimiento de un nodo X, el nodo B estaría eligiendo entre los nodos D y E en el tercer nivel. En el paso 191 el nodo B determinaría que ni D ni E está parcialmente ocupado y por lo tanto el nodo B iría al paso 193. Suponiendo que los nodos E y D tienen clasificaciones de ancho de banda y rendimiento iguales y que el nodo D

estuvo conectado a la red más tiempo que el nodo E, el nodo D se seleccionaría debido a que tendría la más alta clasificación de utilidad dado que estuvo conectado a la red más tiempo que el nodo E. El nodo B entonces iría al paso 194 y luego volvería al paso desde el cual introdujo la Subrutina de Selección de Múltiples Nodos. Cuando el nodo B vuelve al paso 183 o 185, completa ese paso y se mueve al paso 184. En ese paso, el nodo B dota a un nuevo nodo de usuario X con una nueva lista de direcciones de conexión D-B-A-S y el nodo X conecta con la red de distribución como se muestra en la FIG. 12E.

Con referencia ahora a un ejemplo de “Construcción de Red de Distribución Alternativa” (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), se señala que bajo este ejemplo la longitud de las cadenas de distribución (es decir, el número de niveles de nodos de usuario enlazados unos a través de otros al servidor) se pretende que sea mantenida tan pequeña como sea posible.

También bajo este ejemplo, los nodos de usuario que tienen las más altas capacidades de ancho de banda se pretende que sean mantenidos más cercanos al servidor (por ejemplo, a fin de permitir la mayor expansión del sistema de distribución). No obstante, es posible que nodos con clasificación de ancho de banda cero puedan aparecer sin embargo relativamente lejos árbol arriba (impidiendo por ello el crecimiento de esa cadena). El siguiente método se puede usar en la construcción de la red de distribución tanto por servidores como por padres prospectivos que están realmente completamente ocupados, cualquiera de los cuales se puede considerar como un nodo de instrucción (es decir, un software que permita las rutinas tratadas más adelante se podría instalar en servidores y nodos de usuario igualmente).

Más particularmente, en el sistema de distribución de este ejemplo, cada nodo hijo informa directamente a (o se prueba por) su nodo padre con respecto a información relativa a la clasificación de ancho de banda, clasificación de rendimiento, clasificación de retransmisión potencia y clasificación de utilidad del nodo hijo. A su vez, cada nodo padre notifica toda la información que ha obtenido con respecto a sus nodos hijo en su propio nodo padre (un nodo padre también notifica a cada uno de sus nodos hijo la lista de direcciones de ese padre de vuelta al servidor, cuya lista forma lo que se puede conocer como la parte de ancestro de la base de datos de topología – además, un nodo padre notifica a cada uno de sus nodos hijo las direcciones de sus hermanos). Los informes ocurren durante lo que se puede conocer como un evento de clasificación de utilidad. Los eventos de clasificación de utilidad pueden ocurrir, por ejemplo, en una programación predeterminada (por ejemplo, los eventos clasificación de utilidad pueden ocurrir tan frecuentemente como cada pocos segundos). Como resultado de todo el informe, cada nodo almacena en su base de datos de topología la topología del árbol (incluyendo sus ramas) que se extiende por debajo de ese nodo y el servidor almacena en su base de datos de topología la topología de todos los árboles que se extienden por debajo de él. Esto se puede conocer como la parte descendiente (o base de datos descendiente) 133 de la base de datos de topología (ver la FIG. 13). La base de datos descendiente de un nodo particular puede incluir una lista de descendientes, una lista de las direcciones de todos los nodos conectados de manera en cascada por debajo de ese nodo particular. Incluida en la información de la base de datos de topología pueden estar las clasificaciones de utilidad de los nodos por debajo del nodo en el que reside esa base de datos de topología particular.

Después de cada evento de notificación en este ejemplo, cada nodo padre (incluyendo el servidor), que actúa como un nodo de instrucción, concibe dos listas de nodos padre prospectivos (o recomendados). En este ejemplo, la primera lista o Lista de Padres Recomendados Primarios (“PRPL”), almacenada en el almacenador temporal de Lista de Padres Recomendados Primarios 123 (ver la FIG. 13), enumera todos los nodos en la parte descendiente de la base de datos de topología de ese nodo que tienen ancho de banda disponible para soportar otro nodo hijo (en un ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), en un sistema de árbol binario, se enumerarían todos los nodos en la parte descendiente de la base de datos de topología que tienen (i) una clasificación de ancho de banda de al menos uno y (ii) menos de dos nodos hijo). Ellos se enumerarían con aquellos nodos que están más cercanos al nodo en el que reside esa base de datos de topología particular en la parte superior de la lista y aquellos nodos que están en el mismo nivel se clasificarían de manera que el nodo con la clasificación de utilidad más alta se enumeraría primero, el nodo con la segunda clasificación de utilidad más alta se enumeraría segundo y así sucesivamente. A modo de ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), la PRPL de un nodo de segundo nivel enumeraría un nodo de tercer nivel con ancho de banda disponible delante de un nodo de cuarto nivel con ancho de banda disponible incluso si la clasificación de utilidad del nodo de cuarto nivel fuera mayor que la del nodo de tercer nivel.

La segunda lista en este ejemplo o Lista de Padres Recomendados Secundarios (“SRPL”), almacenada en el almacenador temporal de la Lista de Padres Recomendados Secundarios 124 (ver la FIG. 13), enumera todos los nodos en la parte descendiente de la base de datos de topología de ese nodo que tienen la capacidad de retransmitir datos de contenido a nodos hijo pero están completamente ocupados y al menos uno de sus nodos hijo es incapaz de retransmitir datos de contenido a otro nodo hijo (en un ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), en un sistema de árbol binario, se enumerarían todos los nodos la parte descendiente de la base de datos de topología que tienen (i) una clasificación de ancho de banda de al menos uno y (ii) al menos un nodo hijo que tiene una clasificación de ancho de banda menor que uno (es decir, que es incapaz de retransmitir datos de contenido a dos nodos hijo)). Como los nodos en la PRPL, los nodos en la SRPL se enumeraría con aquellos nodos que están más cercanos al nodo en el que reside esa base de datos de topología particular en la parte superior de la lista y aquellos nodos que están en el mismo nivel se clasificarían de manera que el nodo con la



más alta clasificación de utilidad se enumeraría primero, el nodo con la segunda más alta clasificación utilidad se enumeraría segundo y así sucesivamente.

5 Cabe señalar que en este ejemplo la SRPL enumera aquellos nodos padre que tienen el crecimiento de sus ramas (es decir, sus descendientes adicionales) bloqueado o parcialmente bloqueado por un nodo hijo de ancho de banda bajo. Esto puede conducir a un crecimiento desequilibrado del sistema distribución y una limitación en la capacidad total del sistema.

Cabe señalar además que en la medida que un nodo (que incluye un servidor) tiene espacio para otro nodo hijo o es el padre de un nodo de ancho de banda bajo, se puede enumerar en su propia PRPL o SRPL.

10 Con referencia ahora a las FIG. 20A y 20B, se muestra un ejemplo de diagrama de flujo que ilustra lo que se puede conocer como la Rutina de Dirección de Conexión Universal. Como se indicó anteriormente, un servidor o un nodo padre prospectivo completamente ocupado que recibe una petición de conexión se puede referir como un "nodo de instrucción". Cuando un nuevo nodo (aquí el nodo N) y se aproxima a un nodo de instrucción, el nodo de instrucción realiza el paso 201, recibe una petición de conexión. Entonces va al paso 202 en el que interroga o prueba el nodo N para determinar si es un modo de ancho de banda bajo ("ancho de banda bajo" puede significar, por ejemplo, 15 cualquiera o ambos: (1) un nodo que es incapaz de difundir dos copias de su flujo entrante sobre sus hijos; y (2) un nodo que es incapaz de volver a difundir su flujo debido a que tiene un cortafuegos). En el sistema de árbol binario de un ejemplo, un nodo de ancho de banda bajo es un nodo con una clasificación de ancho de banda menor que uno. Si el nodo N es un nodo de ancho de banda bajo, el nodo de instrucción pasa al paso 203 en el que el nodo de instrucción determina si hay cualquier nodo padre prospectivo disponible que no esté completamente ocupado. 20 Algunas veces la red de distribución puede estar completamente ocupada. Si es así, la PRPL del nodo de instrucción estará vacía. Si está vacía, la respuesta a la consulta en el paso 203 sería sí. Entonces el nodo de instrucción va al paso 209 en el que el nuevo nodo se envía de vuelta al servidor para iniciar el proceso de conexión desde el principio. Si la respuesta a la consulta en el paso 203 es no, entonces el nodo de instrucción va al paso 204 en el que selecciona un nodo padre prospectivo (o recomendado) para el nodo N. El nodo de instrucción entonces se mueve al paso 205 en el que consulta su base de datos de topología y concibe una lista de direcciones de 25 conexión desde el nodo padre recomendado de vuelta al servidor y proporciona tal lista de direcciones de conexión al nodo N. (Si el nodo de instrucción es un nodo de usuario, entonces la lista de direcciones de conexión conduce de vuelta al servidor a través del nodo de instrucción). En este punto, el nodo N realiza la Rutina de Conexión de Nodo Hijo Prospectivo tratada anteriormente en conexión con la FIG. 14.

30 Como parte del paso 205, el nodo de instrucción inserta el nodo N en su base de datos de topología como un hijo del nodo padre recomendado. Hace esto debido a que otros nuevos nodos pueden buscar instrucciones de conexión anterior al siguiente evento de clasificación de utilidad (es decir, antes de que se reciban informes que proporcionan información actualizada con respecto a la topología de la red de distribución por el nodo de instrucción) y tales nuevos nodos no se deberían enviar a un padre prospectivo que el nodo de instrucción podría conocer que está 35 completamente ocupado. A este respecto, el nodo de instrucción entonces va al paso 206 en el que comprueba su base de datos de topología para determinar si el padre recomendado, con el nodo N presuntamente acoplado a él como un nodo hijo, está completamente ocupado (en el ejemplo aquí de una red de árbol binario, si tiene dos nodos hijo). Si la respuesta es no, entonces el nodo de instrucción ha finalizado esta rutina. Si la respuesta es sí, entonces el nodo de instrucción va al paso 207 en el que elimina el padre recomendado de la PRPL y lo inserta en la SRPL y 40 el nodo de instrucción ha finalizado la rutina.

Si la respuesta a la consulta en el paso 202 es no (por ejemplo, el nodo N no es un nodo de ancho de banda bajo; en el ejemplo de red de árbol binario es un nodo de ancho de banda alto capaz de retransmitir datos de contenido a dos nodos hijo), el nodo de instrucción se mueve al paso 208. Allí se determina tanto si la PRPL como la SRPL 45 están vacías (lo cual puede ocurrir bajo ciertas circunstancias, tales como, por ejemplo, cuando el número de niveles en un sistema de distribución tiene un tope y al menos todos los nodos sobre todos excepto el último nivel están completamente ocupados con nodos de ancho de banda alto). Si es así, el nodo de instrucción va al paso 209 en el que el nuevo nodo se envía de vuelta al servidor para iniciar el proceso de conexión desde el principio. Si la respuesta a la consulta en el paso 208 es no, entonces el nodo de instrucción va al paso 210 en el que selecciona un nodo padre prospectivo (o recomendado) para el nodo N desde la PRPL y un nodo padre recomendado 50 alternativo desde la SRPL (si o bien la PRPL o bien la SRPL está vacía, el nodo de instrucción hará una selección "nula" de esa lista – el nodo de instrucción conoce a partir del paso 208 que al menos una de las listas no estará vacía). El nodo de instrucción entonces va al paso 211 en el que determina si el nodo padre recomendado alternativo está más cerca del servidor (es decir, más alto árbol arriba) que el nodo padre recomendado derivado de la PRPL. Si el nodo padre recomendado alternativo está en el mismo nivel o en un nivel inferior que el nodo padre recomendado derivado de la PRPL (o si la selección de la SRPL es nula), entonces la respuesta a la consulta en el 55 paso 211 es no.

En tal caso, el nodo de instrucción va al paso 212 en el que consulta su base de datos de topología y concibe una lista de direcciones de conexión desde el nodo padre recomendado de vuelta al servidor y proporciona tal lista de direcciones de conexión al nodo N (si el nodo de instrucción es un nodo de usuario, entonces la lista de direcciones 60 de conexión conduce de vuelta al servidor a través del nodo de instrucción).

Como en el paso 205 tratado anteriormente, en este punto, el nodo N realiza la Rutina de Conexión de Nodo Hijo Prospectivo tratada anteriormente en conexión con la FIG. 14 y en el paso 212, el nodo de instrucción inserta el nodo N en su base de datos de topología como un hijo del nodo padre recomendado.

5 El nodo de instrucción se mueve al paso 213 en el que añade un nodo N a una posición adecuada en la PRPL. Hace esto debido a que, como resultado del paso 202, conoce que el nodo N es capaz de retransmitir datos de contenido a sus propios nodos hijo.

10 El nodo de instrucción entonces va al paso 214 en el que comprueba su base de datos de topología para determinar si el padre recomendado, con el nodo N presuntamente acoplado a él como un nodo hijo, está completamente ocupado (en el ejemplo aquí de una red de árbol binario, si tiene dos nodos hijo). Si la respuesta es no, entonces el nodo de instrucción ha finalizado esta rutina. Si la respuesta es sí, entonces el nodo de instrucción va al paso 215 en el que elimina el padre recomendado de la PRPL debido a que ahora se considera que no es un nodo padre prospectivo disponible.

15 Entonces el nodo de instrucción va al paso 216 en el que consulta su base de datos de topología para determinar si cualquier hijo del nodo padre recomendado es un nodo de ancho de banda bajo (en este ejemplo, conociendo que el nodo N no es un nodo de ancho de banda bajo y conociendo que el nodo padre recomendado tiene dos nodos hijo, la cuestión es si el nodo hijo distinto del nodo N es un nodo de ancho de banda bajo). Si la respuesta es no (es decir, todos los hijos del nodo padre recomendado son nodos de ancho de banda alto), entonces el nodo de instrucción ha finalizado la rutina.

20 Si la respuesta es sí, entonces el crecimiento de la línea de descendientes del nodo padre recomendado se bloquea parcialmente por un nodo hijo de ancho de banda bajo. El nodo de instrucción se mueve al paso 217 en el que añade el padre recomendado a la SRPL.

25 Si la respuesta a la consulta en el paso 211 es sí (es decir, el padre recomendado alternativo (seleccionado de la SRPL) está: (i) en un nivel más alto que el padre recomendado (seleccionado desde la PRPL) o (ii) la selección de la PRPL es nula), entonces el nodo de instrucción se mueve al paso 218. En ese paso el nodo de instrucción consulta su base de datos de topología para determinar: (i) cuál de los nodos hijo del nodo padre recomendado alternativo es un nodo de ancho de banda bajo o (ii) si ambos son nodos de ancho de banda bajo, cuál de los nodos hijo se ha conectado al sistema un periodo de tiempo más corto. En un ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), el nodo de instrucción puede enviar una señal de desconexión a ese nodo hijo con instrucciones para volver al servidor para iniciar el proceso de conexión desde el principio (como un nuevo nodo de usuario (o nodo de usuario solicitante de conexión)). En otro ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), el nodo golpeado puede escalar su camino a su abuelo que le da un nuevo camino de conexión – más que volver al servidor raíz (hacerlo así típicamente significa que el nodo entrante que golpeó el nodo no capaz de repetir termina siendo el nuevo padre de ese nodo).

35 El nodo de instrucción se mueve al paso 219 en el que consulta su base de datos de topología y concibe una lista de direcciones de conexión desde el nodo padre recomendado alternativo de vuelta al servidor y proporciona tal lista de direcciones de conexión al nodo N (si el nodo de instrucción es un nodo de usuario, entonces la lista de direcciones de conexión conduce de vuelta al servidor a través del nodo de instrucción).

40 Como en los pasos 205 y 212 tratados anteriormente, en este punto, el nodo N realiza la Rutina de Conexión de Nodo Hijo Prospectivo tratada anteriormente en conexión con la FIG. 14 y en el paso 219, el nodo de instrucción inserta el nodo N en su base de datos de topología como un hijo del nodo padre recomendado alternativo.

El nodo de instrucción se mueve al paso 220 en el que añade el nodo N a una posición adecuada en la PRPL. Hace esto debido a que, como resultado del paso 202, conoce que el nodo N es capaz de retransmitir datos de contenido a sus propios nodos hijo.

45 El nodo de instrucción entonces va al paso 221 en el que comprueba su base de datos de topología para determinar si todos los nodos hijo del padre recomendado alternativo son nodos de ancho de banda alto. Si la respuesta es no, entonces el nodo de instrucción ha finalizado esta rutina. Si la respuesta es sí, entonces el nodo de instrucción va al paso 222 en el que elimina el padre recomendado alternativo de la SRPL debido a que ahora se considera que no es un nodo padre prospectivo alternativo disponible dado que el crecimiento de su línea de descendientes no se bloquea incluso parcialmente por uno de sus hijos. En este punto el nodo de instrucción ha finalizado la rutina.

50 Con las rutinas tratadas en conexión con los ejemplos anteriores, la red de distribución se construirá con cada nuevo nodo asignado al árbol (o cadena) más corto y aquéllos con el menor número de enlaces entre él y el servidor. No obstante, los nodos de ancho de banda bajo, que tenderían a bloquear el crecimiento equilibrado de la red de distribución, se desplazarían por nodos de ancho de banda alto y se moverían a los bordes de la red donde habrían reducido el efecto en el crecimiento de la red.

55 Con referencia ahora a la FIG. 21, esta FIG. se puede usar como ejemplo para ilustrar cómo funciona la Rutina de Dirección de Conexión Universal. Ella muestra el servidor primario 11 con un nodo A como nodo de primer nivel 12, sus nodos hijo B y C como nodos de segundo nivel 13, sus nodos hijo D, E, F y G como nodos de tercer nivel 14, un

nodo D y los nodos hijo de G H, I, J y K como nodos de cuarto nivel 15 y los nodos hijo del nodo I L y M como nodos de quinto nivel 17. Suponemos para este ejemplo que todos los enlaces de acoplamiento disponibles directamente por el servidor 11 están ocupados por nodos de ancho de banda alto y que todos los árboles están a plena capacidad distinta de la arraigada al servidor 11 a través de un nodo de primer nivel A. La clasificación de utilidad para cada nodo se expone en la FIG. 21 bajo su designación de letras. Los nodos de ancho de banda bajo (en este ejemplo, aquellos nodos que tiene una clasificación de ancho de banda menor que uno) se muestran con una clasificación de ancho de banda de “ $\Omega$ ”, que indica en este ejemplo que tales nodos no tendrán ningún nodo hijo asignado a ellos. Los nodos A, B, C, D, E, G, I, J y K son nodos de ancho de banda alto (o nodos repetidores (es decir, son capaces de retransmitir los datos de contenido que reciben de sus nodos padre respectivos a sus nodos hijo respectivos, en su caso)).

Un nuevo nodo de usuario (u otro nodo de usuario solicitante de conexión), aquí referido como “nodo N” se puede dirigir a un nodo A como resultado de diversos eventos de reconfiguración. Cuando un nodo A recibe una petición de conexión desde un nodo N, el nodo A, en este ejemplo, o bien consulta ambos de sus almacenadores temporales de la PRPL y SRPL, si el nodo N es un nodo de ancho de banda alto o bien consulta sólo su almacenador temporal de la PRPL (si el nodo N es un nodo de ancho de banda bajo).

Los nodos F, H, L y M no aparecerán en ninguna lista en este ejemplo dado que son nodos de ancho de banda bajo. Los nodos B, C, D, G, I y A en sí mismos no aparecerán en la PRPL en este ejemplo dado que estos nodos están completamente ocupados. No obstante, los nodos C, D e I aparecerán en la SRPL en este ejemplo debido a que cada uno tiene al menos un nodo hijo de ancho de banda bajo.

Usando las reglas tratadas anteriormente (es decir, clasificando los nodos padre prospectivos por nivel y dentro de los niveles por clasificación de utilidad) la PRPL sería como sigue en este ejemplo:

- PRPL
  - E (un nodo de tercer nivel con capacidad disponible)
  - J (el nodo de cuarto nivel con capacidad disponible que tiene la más alta clasificación de utilidad)
  - K (un nodo de cuarto nivel con capacidad disponible)

La SRPL en este ejemplo sería como sigue:

- SRPL
  - C (el nodo de segundo nivel completamente ocupado con un nodo hijo de ancho de banda bajo)
  - D (el nodo de tercer nivel completamente ocupado con un nodo hijo de ancho de banda bajo)
  - I (el nodo de cuarto nivel completamente ocupado con un nodo hijo de ancho de banda bajo)

Si el nodo N es un nodo de ancho de banda bajo, el nodo A dará, en este ejemplo, al nodo N la siguiente como su nueva lista de direcciones de conexión:

- E-B-A-S

Dado que el nodo E no tendría dos nodos hijo, permanecería en la PRPL.

Si un nodo N es un nodo de ancho de banda alto, el nodo A comparará (paso 211 de la FIG. 20B) el primer nodo en la PRPL (el nodo padre recomendado) con el primer nodo en la SRPL (el nodo padre recomendado alternativo). Aquí, el nodo C, el primer nodo en la SRPL es un nodo de nivel más alto que el nodo E, el primer nodo en la PRPL. Así, el nodo A enviará una señal de desconexión (paso 218 de la FIG. 20B) al nodo F, el nodo hijo de ancho de banda bajo del nodo C. Entonces dotará al nodo N con la siguiente nueva lista de direcciones de conexión y añadirá un nodo N a la PRPL (paso 219 de la FIG. 20B):

- C-A-S

Dado que el nodo C tendría ahora dos nodos hijo de ancho de banda alto (los nodos N y G), el nodo C se eliminaría de la SRPL (paso 222 de la FIG. 20B).

Además, en este ejemplo en donde el nodo N es un nodo de ancho de banda alto, cuando el nodo F vuelve al servidor 11 (o, en otro ejemplo, va al Nodo A) para una nueva conexión, el servidor (o Nodo A) también usará la Rutina de Dirección de Conexión Universal (el Nodo F puede ir al Nodo A en lugar de al servidor debido a que (en un ejemplo) cuando un nodo es “echado” puede escalar su camino de conexión interno más que saltar directamente al servidor raíz). Dado que el nodo F es un nodo de ancho de banda bajo, el servidor (o Nodo A) dará al nodo F la siguiente como su nueva lista de direcciones de conexión:

- E-B-A-S

La FIG. 22 ilustra la nueva topología. Como se puede ver, eventos intervinientes ausentes, el nodo F de ancho de banda bajo terminará de moverse hacia abajo desde el tercer nivel al cuarto nivel y la capacidad de ancho de banda del tercer nivel aumentará de seis nodos hijo a ocho (su máximo en este ejemplo de árbol binario). La capacidad de ancho de banda potencial del cuarto nivel también aumentaría, de diez nodos hijo a doce.

Con referencia ahora a un ejemplo de "Reconfiguración de Red de Distribución" (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), se señala que bajo este ejemplo los nodos de usuario son libres de salir de la red de distribución a voluntad. Y, por supuesto, los nodos de usuario pueden salir de la red de distribución debido a fallos de equipamiento entre el nodo de usuario y la red de comunicación (Internet en los ejemplos tratados en la presente memoria). Esto se trató en primer lugar en conexión con las FIG. 10A-E.

Bajo este ejemplo la presente invención puede manejar la reconfiguración requerida por la salida de un nodo de usuario teniendo ciertos nodos de usuario en el mismo árbol a medida que el nodo que sale realiza una Rutina de Propagación. Los resultados de la rutina de propagación de este ejemplo se ilustran en las FIG. 23 y 24. Allí se ilustra un árbol arraigado al servidor a través del nodo de usuario de primer nivel P. El nodo P tiene dos nodos hijo, los nodos de segundo nivel Q y X. A través del nodo X, P tiene dos nodos nieto, los nodos de tercer nivel A y B. En base a las clasificaciones de utilidad relativas de los nodos Q y X, P ha enviado señales a sus hijos dándoles instrucciones para fijar el color de la bandera representada por la información en sus almacenadores temporales de bandera de reconfiguración respectiva a "verde" y "rojo", respectivamente. El uso de colores como indicadores es meramente discrecional. En realidad representan clasificaciones relativas de hermanos para propósitos de determinar sus papeles en un evento de reconfiguración y se pueden referir como "clasificaciones de propagación". Además, en lugar de colores, se podrían usar números (por ejemplo, 1 y 2), así como cualquiera de muchos otros esquemas de nomenclatura para describir los grados de clasificación de propagación. Las clasificaciones "roja" "verde" tratadas en la presente memoria se considerarán representativas de todos los esquemas tales. El número de grados de clasificaciones de propagación asignados por un nodo padre puede ser igual al número de hijos que tiene cada nodo padre. Por ejemplo, para un sistema de factor de rama "n", el número máximo de grados de clasificación de propagación puede ser "n". Dado que la red de distribución en los ejemplos tratados en la presente memoria es una red de distribución de árbol binario, se requerirá a un nodo padre asignar a lo sumo hasta dos grados de clasificaciones de propagación.

En el ejemplo mostrado en la FIG. 23, el nodo P, durante el evento de medición de clasificación de utilidad más reciente, discernió que el nodo Q tiene una clasificación de utilidad más alta que el nodo X y por lo tanto P ha asignado al nodo Q una clasificación verde, representada por el círculo de línea continua que rodea la letra Q en la FIG. 23. P ha asignado al nodo X una clasificación roja, representada por el círculo de línea discontinua que rodea la letra X en la FIG. 23. De una manera similar, el nodo X ha asignado clasificaciones verde y roja a los nodos de tercer nivel A y B, respectivamente. En este ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), al mismo tiempo que un nodo padre asigna una clasificación de propagación a un nodo hijo, también puede proporcionar a tal nodo hijo la dirección del hermano del nodo hijo, si hay alguno. Un nodo hijo puede almacenar información acerca de su hermano (o hermanos) en la parte de hermanos (o base de datos de hermanos) 134 de su base de datos de topología (ver la FIG. 13). La base de datos de hermanos incluye una lista de hermanos, una lista de las direcciones de los hermanos de un nodo (los datos relativos a las direcciones de hermanos también pueden contener información con respecto a las clasificaciones de propagación de los hermanos (por ejemplo, en el caso de que el sistema de distribución tenga un factor de rama mayor que dos)). En el ejemplo mostrado en la FIG. 23, los nodos Q y X saben que son hermanos entre sí y los nodos A y B saben que son hermanos entre sí.

En otro ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), los nodos no almacenan información acerca de sus hermanos. En otras palabras, en este ejemplo, un nodo no sabe generalmente quién es su hermano. En su lugar, se implementan conexiones cruzadas entre un nodo rojo y su hermano verde a través de un mensaje de "unión con prioridad" enviado a un hijo rojo que incluye la dirección IP del hermano verde como la primera entrada en la lista de caminos de conexión.

En el caso de que el nodo X fuera a abandonar la red de distribución, los nodos A y B detendrían por supuesto la recepción de datos de contenido desde el nodo X. Los nodos A y B consultarían sus bases de datos de topología para la dirección de su abuelo y cada uno interrogaría al nodo P para instrucciones. Dado que el nodo X está fuera de la red de distribución, el nodo P enviaría fuera una señal de evento de reconfiguración (algunas veces referida como una "señal de propagación") a los nodos que han sido hijos del nodo X (es decir, los nodos que fueron nietos del nodo P a través del nodo X) y el nodo P enviaría una señal de clasificación de propagación de actualización a su hijo restante, aquí el nodo Q.

En respuesta a la señal de clasificación de propagación de actualización, el hijo restante del nodo P, el nodo Q, fijaría su almacenador temporal de bandera de reconfiguración 136 (ver la FIG. 13) al siguiente grado de clasificación del propagación disponible más alto. Dado que en el ejemplo ilustrado en la FIG. 23, el almacenador temporal de bandera de reconfiguración del nodo Q ya está fijado por el grado de clasificación de propagación más alto (aquí verde), el nodo Q podría o bien no hacer nada o bien reajustar su clasificación de propagación en respuesta a la señal de clasificación de propagación de actualización. El resultado sería el mismo, la clasificación de

propagación del nodo Q permanecería verde. Si en la clasificación de propagación del nodo Q fuera roja, entonces fijaría su clasificación de propagación a verde en respuesta a la señal de clasificación de propagación de actualización. El nodo Q no haría nada más en respuesta a la señal de clasificación de propagación de actualización (señalar que como un asunto de elección de diseño, el ingeniero software podría tener el padre del nodo que salió (aquí el nodo P es el padre del nodo que salió X) no enviar una señal de clasificación de propagación de actualización a su nodo hijo restante (aquí el nodo Q) si su nodo hijo restante ya está en la clasificación de propagación más alta).

En este ejemplo, los destinatarios de la señal de propagación (es decir, los hijos del nodo desaparecido) responderían a la misma como sigue. Primero comprobarían sus propias clasificaciones de propagación respectivas. Si el destinatario de la señal de propagación tiene el más alto grado de clasificación de propagación (aquí verde), se reajustaría su clasificación de propagación al grado de clasificación más bajo (aquí rojo); retransmitiría la señal de propagación a sus propios nodos hijo (si hay alguno); desconectaría el nodo hijo que no tuvo la más alta clasificación de propagación anterior a su recepción de la señal de propagación si el destinatario de la señal de propagación con la clasificación verde tiene más de un nodo hijo; permitiría a su hermano acoplarse con él como un nodo hijo con el propósito de transmitir datos de contenido a ese nodo hijo; y acoplaría (o permanecería acoplado), con propósitos de recibir datos de contenido, con el nodo que envía la señal de propagación a él (en sistemas que tienen un factor de rama de más de dos, el destinatario de la señal de propagación cuya clasificación de propagación ha sido la más alta desconectaría los nodos hijo que no tuvieran la más alta clasificación de propagación, anterior a la recepción de la señal de propagación recién enviada y permitiría a sus hermanos (es decir, los nodos verde anteriores) acoplarse con él como nodos hijo).

Si el destinatario de la señal de propagación tiene otra distinta de la más alta clasificación de propagación (es decir, justo anterior a la recepción de la señal de propagación), actualizaría su clasificación de propagación al siguiente grado de clasificación más alto; se acoplaría con su hermano que tuvo el más alto grado de clasificación; y comenzaría a recibir datos de contenido desde él. Si el destinatario de la señal de propagación tiene otra distinta de la más alta clasificación de propagación, no retransmite la señal de propagación a sus propios nodos hijo.

En el ejemplo ilustrado en la FIG. 23, los nodos A y B reciben la señal de propagación desde el nodo P. Dado que el nodo A tiene el grado de clasificación de propagación más alto, aquí verde: (i) fija su almacenador temporal de bandera de reconfiguración 136 (ver la FIG. 13) de manera que tenga el grado de clasificación de propagación más bajo, aquí rojo; y (ii) se acopla con el nodo P (llegando a ser un nodo de segundo nivel 13) para comenzar a recibir datos de contenido desde el nodo P. El nodo B cambia su clasificación de propagación de rojo a la siguiente clasificación de propagación más alta (y dado que este ejemplo es un sistema de árbol binario (o de factor de rama dos), la siguiente clasificación más alta es la más alta, la verde) y se acopla con el nodo A para recibir datos de contenido. La topología resultante se muestra la FIG. 24. Señalar que el nodo B sigue siendo un nodo de tercer nivel 14.

Las FIG. 25 y 26 ilustran qué ocurre en este ejemplo cuando el nodo que sale está verde. En la FIG. 25, el nodo X es el nodo que sale y está verde. Cuando el nodo P envía la señal de clasificación de propagación de actualización al nodo Q, cambia su clasificación de propagación de rojo a verde. En otros aspectos el evento de reconfiguración procede esencialmente como se describió en el párrafo inmediatamente anterior y provoca la topología mostrada en la FIG. 26 (que es la misma que la topología en la FIG. 24).

La FIG. 27 es un diagrama de flujo asociado con un ejemplo que muestra la Rutina de Propagación de Nodo Hijo, la rutina que se sigue por un nodo hijo tras recibir una señal de propagación. Cabe señalar que este ejemplo se proporciona para ilustración solamente y no es restrictivo y son posibles por supuesto otros ejemplos (por ejemplo, el color de un nodo se puede asignar por su padre de manera que los nodos asignan y conocen el color de sus hijos pero no el de ellos mismos).

En todo caso, aún con referencia a la FIG. 27, el nodo hijo realiza en primer lugar el paso 271 en donde determina si ha recibido tal señal. Si no la ha recibido, entonces no hace nada. Si ha recibido una señal de propagación, pasa al paso 272 en donde comprueba su grado de clasificación de propagación en el almacenador temporal de bandera de reconfiguración 136 (ver la FIG. 13). Si su clasificación de propagación está en el grado más alto (es decir, es un nodo "verde" en este ejemplo), entonces pasa al paso 273 en donde fija su almacenador temporal de bandera de reconfiguración al grado de clasificación de propagación más bajo. Entonces pasa al paso 274 en el que retransmite la señal de propagación a sus propios nodos hijo y lo que provoca el desacople de todos sus nodos hijo excepto para el de la más alta clasificación de propagación. El nodo hijo (es decir, el nodo hijo referido en la segunda frase de este párrafo) entonces realiza el paso 275 en el que determina si ya está acoplado con el nodo que envió la señal de propagación. Si es no (es decir, recibió la señal de propagación de su abuelo), entonces pasa al paso 276. En ese paso: (i) concibe una nueva lista de direcciones de conexión, que es la parte antecesora de su base de datos de topología con el nodo padre nominal actual eliminado, provocando al nodo abuelo llegar a ser el primer nodo en la lista de direcciones de conexión; y (ii) entonces realiza la Rutina de Conexión de Nodo Hijo Prospectivo (es decir, va al paso 141 tratado anteriormente en conexión con las FIG. 14 y 15). La Rutina de Conexión de Nodo Hijo Prospectivo se realiza debido a que existe alguna probabilidad de que incluso el nodo abuelo pueda haber salido del sistema de distribución entre el momento que se envió la señal de propagación y el momento que su nieto clasificado más alto desde su hijo desaparecido intentó acoplarse con él.

Si la respuesta a la consulta en el paso 275 es en afirmativo (es decir, el nodo hijo está recibiendo una señal de propagación que se ha retransmitido por su padre), entonces el nodo hijo no hace nada más (o como se ilustra en la FIG. 27, realiza el paso 277 que es para seguir acoplado a su nodo padre).

5 Si la respuesta a la consulta en el paso 272 es en negativo (es decir, no tiene la más alta clasificación de propagación (es un nodo “rojo” en este ejemplo)), entonces pasa al paso 278 en el que: (i) fija su almacenador temporal de bandera de reconfiguración de manera que su clasificación de propagación es el siguiente grado más alto (en este sistema de árbol binario la clasificación se actualiza de rojo a verde); (ii) se desbloquea del padre con el que estaba acoplado antes de recibir la señal de propagación (si estaba acoplado con un padre antes de recibir tal señal); y (iii) o bien (a) espera un periodo de tiempo predeterminado durante el cual el hermano del nodo que estaba verde anterior a su recepción de la señal de propagación debería haber retransmitido la señal de propagación a sus propios nodos hijo (haciendo por ello a cualquier nodo hijo rojo desbloquearse de él) o bien (b) confirma que el hermano del nodo que estaba verde anterior a su recepción de la señal de propagación real que retransmitió la señal de propagación a sus nodos hijo (si tiene alguno). Entonces el nodo hijo realiza el paso 279 en el que: (i) concibe una nueva lista de direcciones de conexión, que es la parte antecesora de su base de datos de topología con su nodo hermano que tiene la más alta clasificación de propagación colocado en la parte delantera del padre previo como el primer nodo en la lista de direcciones de conexión; y (ii) entonces realiza la Rutina de Conexión de Nodo Hijo Prospectivo (es decir, va al paso 141 tratado anteriormente en conexión con las FIG. 14 y 15). La Rutina de Conexión de Nodo Hijo Prospectivo se realiza debido a que existe alguna probabilidad de que el hermano pueda haber salido del sistema de distribución entre el momento que la señal de propagación había sido enviada al nodo hijo y el momento que el nodo hijo intentó acoplarse con su hermano.

En otro ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), parte (iii) del paso 278 se puede manejar usando el mecanismo de “unión con prioridad”. Más particularmente, en este ejemplo, una unión con prioridad de un nodo X no puede ser rechazada por un nodo T objetivo – debe aceptar (acoplar) el nodo entrante. Si el nodo T objetivo ya tuvo dos hijos G y R, el nodo T objetivo da instrucciones a su hijo rojo R para conectar (a través de “unión con prioridad”) con el nodo verde G. El nodo T entonces se desconecta de su hijo rojo R inmediatamente anterior a aceptar el nodo X entrante. El nodo R golpeado entonces envía una unión con prioridad a su propio hermano verde A como el objetivo. Estas acciones hacen a los eventos de reconfiguración estar en cascada hasta que se alcanza el borde del árbol (cabe señalar que el algoritmo descrito en este párrafo puede tener esencialmente el mismo efecto que se ilustra en las Figuras 28 y 29 – bajo ciertas circunstancias el algoritmo descrito en este párrafo puede ser algo más fiable).

La FIG. 28 ilustra un sistema de distribución ejemplo que comprende el nodo P como un nodo de primer nivel 12; los nodos Q y X como nodos de segundo nivel 13; los nodos A y B como nodos de tercer nivel 14; los nodos C, D, E y F como nodos de cuarto nivel 15; los nodos G y H como nodos de quinto nivel 17; los nodos I y J como nodos de sexto nivel 20; los nodos K y L como nodos de séptimo nivel 21 y los nodos M y N como nodos de octavo nivel 22. Los nodos Q, B, C, E, H, I, L y M tienen clasificaciones de propagación rojas, como se simboliza por los círculos discontinuos y los nodos restantes tienen clasificaciones de propagación verdes como se simboliza por los círculos continuos. Como resultado de la salida de un nodo X del sistema, el nodo P envía una señal de clasificación de propagación de actualización al nodo Q y una señal de propagación a los hijos del nodo hijo X que se sacó del nodo P (es decir, los nodos A y B).

40 En otro ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), durante una salida elegante del nodo x, el nodo x puede enviar mensajes a su padre e hijos inmediatamente anterior a su salida – más que el padre de un nodo x que inicie estos mensajes como se describió anteriormente.

En cualquier caso, continuando con el ejemplo de la FIG. 28, el nodo Q cambia su clasificación de propagación a verde. Además, en este ejemplo los nodos A y B comienzan la Rutina de Propagación de Nodo Hijo. Con respecto al nodo A, responde a la consulta del paso 271 en afirmativo. Dado que su clasificación está verde, también responde a la consulta del paso 272 en afirmativo. En el paso 273 el nodo A cambia el ajuste de su almacenador temporal de bandera de reconfiguración para mostrar una clasificación de propagación roja. En el paso 274 se retransmite la señal de propagación a sus nodos hijo C y D. Responde a la consulta del paso 275 en negativo debido a que no está acoplado para propósitos de recibir datos de contenido con el nodo P. El nodo A entonces va al paso 276 en donde consulta la parte antecesora de su base de datos de topología y crea una nueva lista de direcciones de conexión que comienza con su abuelo. La nueva lista de direcciones de conexión es P-S. Entonces el nodo A realiza la Rutina de Conexión de Nodo Hijo Prospectivo, comenzando con el paso 141. (Ver la FIG. 14). Suponiendo que no han ocurrido otros eventos intervinientes, el nodo A se acoplará con éxito con el nodo P.

55 El nodo B responde a la consulta del paso 271 en afirmativo y debido a que su clasificación de propagación fue roja cuando recibió la señal de propagación, responde a la consulta del paso 272 en negativo. A partir de allí va al paso 278 en el que cambia su clasificación de propagación a verde. Entonces en el paso 279 el nodo B consulta la parte antecesora de su base de datos de topología y crea una nueva lista de direcciones de conexión con su hermano, el nodo A, colocado en la parte delantera del nodo X como la primera dirección en la nueva lista de direcciones de conexión. La nueva lista de direcciones de conexión es A-X-P-S. Entonces el nodo B realiza la Rutina de Conexión de Nodo Hijo Prospectivo, comenzando con el paso 141. Suponiendo que no han ocurrido otros eventos

intervinientes, el nodo B se acoplará con éxito con el nodo A (si el nodo A ha desaparecido, el nodo B intentaría acoplarse con el nodo X, pero dado que no está allí, se movería al nodo P).

5 El nodo A, que tenía la clasificación de propagación más alta de los dos nodos hijo del nodo X que salió, se mueve hasta un nivel para llegar a ser un nodo de segundo nivel 13. Dado que es una "nueva" entrada al segundo nivel, su clasificación de utilidad inicial y su clasificación de propagación serán menores que las del nodo Q. A medida que pasa el tiempo, en eventos de medición de clasificación de utilidad posteriores la clasificación de utilidad del nodo A (y por lo tanto su clasificación de propagación) puede llegar a ser mayor que la del nodo Q.

10 El nodo B, que tenía la clasificación de propagación más baja de los dos nodos hijo del nodo X que salió, no retransmite la señal de propagación a sus nodos hijo (los nodos E y F) y seguirán a B siempre que vaya en el sistema de distribución. En el ejemplo tratado aquí, el nodo B llega a ser el hijo del nodo A mientras que mantiene el nodo de tercer nivel 14. Al menos inicialmente, será el hijo del nodo A con la más alta clasificación de utilidad y clasificación de propagación.

15 Como resultado del paso de realización del nodo A 274, sus nodos hijo C y D ( que eran nodos de cuarto nivel 15 en la FIG. 28 cuando el nodo X estaba aún en el sistema) reciben una señal de propagación. Dado que el nodo C tiene una clasificación de propagación roja, como el nodo B, permanecerá en su nivel, cambiará su clasificación de propagación a verde y se acoplará con su hermano, con el resultado que es que el nodo D llega a ser su padre.

20 Dado que el nodo D tenía una clasificación de propagación verde cuando recibió la señal de propagación, responde a las consultas de los pasos 271 y 272 en afirmativo y cambia su clasificación de propagación a rojo en el paso 274. Responde a la consulta del paso 275 en afirmativo y permanece acoplado con el nodo A. Como resultado, el nodo D asciende un nivel y llega a ser un nodo de tercer nivel 14 (con, al menos hasta el próximo evento de clasificación de utilidad, una clasificación de utilidad y clasificación de propagación menores que su nuevo hermano, el nodo B).

25 Este proceso prosigue debajo del árbol, con cada hijo de un nodo que asciende un nivel haciendo uno de los siguientes bajo este ejemplo: (i) si es un nodo que tiene una clasificación de propagación verde, permanece acoplado con su padre, ascendiendo por sí mismo por ello un nivel, cambia su clasificación de propagación a rojo y retransmite la señal de propagación a sus nodos hijo; o (ii) si es un nodo que tiene una clasificación de propagación roja, se acopla con el nodo que era su hermano, quedándose por ello en el mismo nivel y cambia su clasificación de propagación a verde.

La topología resultante después del evento de reconfiguración causado por la salida del nodo X se ilustra en la FIG. 29.

30 Cabe señalar que se entiende que la reconfiguración que usa la Rutina de Propagación de Nodo Hijo de este ejemplo cuando un nodo sale del sistema no provoca necesariamente, a la larga, significativamente más eventos de reconexión entre nodos que cualquier otro método de reconfiguración (y puede provocar menos eventos de reconexión). Además, se entiende que la reconfiguración que usa la Rutina de Propagación de Nodo Hijo de este ejemplo ayuda a asegurar que se promuevan nodos más fiables hasta la red de distribución incluso si ocurren muchos eventos de reconfiguración cerca en el tiempo unos de otros en un árbol particular.

35 Con referencia ahora a un ejemplo específico de pseudocódigo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), se señala que una rutina de propagación se puede exponer como sigue (en donde el nodo X es el nodo que sale del sistema de distribución):

```

40 Departs(X)
    Comienzo
    Si (X.Parent.GreenChild = X) /* el nodo que sale es verde*/
    {
        X.Parent.GreenChild : = X.Parent.RedChild
        X.Parent.RedChild : = X.GreenChild
45 }
    De otro modo /* el nodo que sale ya es rojo */
    {
        X.Parent.RedChild : = X.GreenChild
    }
50 Propagar(X.GreenChild, X.RedChild)

```

Fin

Con referencia ahora a otro ejemplo específico de pseudocódigo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), se señala que una rutina de propagación se puede exponer como sigue (en donde la promoción del nodo durante el evento de reconfiguración de red se precipita por la salida del nodo X).

```

5      Propagar (X, RedSibling)
      Comienzo
      OriginalGreenChild := X.GreenChild
      OriginalRedChild := X.RedChild
      X.RedChild := X.GreenChild
10     X.GreenChild := RedSibling
      Si (OriginalGreenChild <> nulo)
      {
          Propagar (OriginalGreenChild, OriginalRedChild)
      }
15     Fin
    
```

Con referencia ahora a un ejemplo de “Nodos que Funcionan Mal” (cuyo ejemplo describe un sistema de voto entre nietos y abuelos acerca de un padre que potencialmente funciona mal y se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), se señala que lo que ocurre cuando un nodo abandona la red de distribución se trató en el ejemplo anterior (por ejemplo, cuando un nodo abandona la red, su padre, en el próximo evento de clasificación de utilidad, notificará que tiene espacio para un nuevo nodo, excepto cuando el padre haya sido contactado acerca del nodo desaparecido por su nodo o nodos nieto, en cuyo caso, proseguirá un evento de reconfiguración como se describió anteriormente). Algunas veces, no obstante, un nodo pretende permanecer en la red, pero hay un fallo de comunicación.

A este respecto, la base de datos de topología de cada nodo puede incluir información con respecto a los antecesores y descendientes de ese nodo. En el caso de que un nodo hijo detenga la recepción de señales desde su nodo padre, el hijo puede, en un ejemplo, enviar un mensaje de “denuncia” a su abuelo. El abuelo puede comprobar si el padre está aún allí. Si no está, entonces el abuelo puede enviar una señal de propagación a los nodos hijo del padre desaparecido.

Además, si el abuelo detecta que el nodo padre está realmente aún allí, entonces el nodo abuelo puede enviar una señal de desconexión al nodo padre (por ejemplo, enviándolo de vuelta al servidor para comenzar el proceso de conexión de nuevo). Esto puede ocurrir, por ejemplo, cuando existe una de las dos condiciones siguientes: (i) el nodo hijo es el único nodo hijo del padre o (ii) el hijo y su(s) hermano(s) están quejándose al abuelo.

En este ejemplo, el abuelo también enviaría una señal de propagación a los nodos hijo del padre desconectado y ocurrirá un evento de reconfiguración.

No obstante, si el nodo hijo tiene hermanos y no está enviando señales de denuncia al abuelo, entonces el abuelo puede suponer que el problema es con el nodo hijo denunciante. De esta manera, el abuelo puede enviar una señal de desconexión al nodo hijo denunciante (por ejemplo, enviándolo de vuelta al servidor para comenzar el proceso de conexión de nuevo). Si el nodo hijo denunciante tenía sus propios nodos hijo, contactarían con el padre del nodo hijo que salió para denunciar, comenzando un evento de reconfiguración (en otro ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), el abuelo enviaría señales al padre que funciona mal (dándole instrucciones para salir) y a los hijos (dando instrucciones al hijo verde para escalar su camino a su abuelo y dando instrucciones al hijo rojo para conectar de manera cruzada con el hijo verde).

El ejemplo precedente (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo) se puede describir en conexión con la FIG. 30 (que representa un árbol en un sistema binario que tiene un servidor primario 11, en el que el nodo A, un nodo de primer nivel 12, tiene dos nodos hijo B y B' (que son nodos de segundo nivel 13); el nodo B tiene dos nodos hijo C y C' (que son nodos de tercer nivel 14); el nodo C tiene dos nodos hijo D y D' (que son nodos de cuarto nivel 15); y el nodo D tiene dos nodos hijo E y E' (que son nodos de quinto nivel 17)) y la FIG. 31 (que es un diagrama de flujo que muestra un ejemplo de Rutina de Respuesta de Denuncia de Abuelo).

¿A quién se queja el nodo C en este ejemplo cuando el nodo C ya no obtiene más un servicio satisfactorio del nodo B? El nodo C se queja a su abuelo, el nodo A. Si el nodo C no recibe una respuesta desde el nodo A dentro de una



cantidad de tiempo predefinida (por ejemplo, si el nodo A ha abandonado la red), el nodo C entonces saldrá de la red e inmediatamente reconectará como un nuevo nodo yendo al servidor primario S para asignación.

¿Qué hace el nodo A en respuesta a una denuncia del nodo C en este ejemplo? Cuando el nodo A recibe una denuncia del nodo nieto C acerca del nodo padre B del nodo C (es decir, el nodo hijo B del nodo A), el nodo A elegirá o bien eliminar su nodo hijo B o bien su nodo nieto C. A hará esta determinación en base a si el nodo C sólo o tanto el nodo C como su nodo hermano C' están experimentando problemas con el nodo B, junto con el conocimiento de si el nodo A continúa recibiendo informes de servicio satisfactorios desde el nodo B. Si el nodo A continúa obteniendo informes de servicio satisfactorios desde el nodo B y no hay indicación de que el nodo C' (el hermano del nodo C) está experimentando problemas con el nodo B, entonces el nodo A asignará el "fallo" al nodo C y emitirá una orden de desconexión para su eliminación. En este punto el hijo verde del nodo C (es decir, el nodo D o D') ascenderá un nivel conectando con el padre B y el hijo rojo del nodo C (el otro del nodo D o D') conectará como un hijo de su hermano anterior. El evento de reconfiguración entonces se propagará como se trató anteriormente.

Si, por otra parte, el nodo A no está obteniendo informes de servicio satisfactorios en este ejemplo del nodo B y/o llega una denuncia del hermano del nodo C dentro de una 'ventana' de denuncia del nodo C, entonces el nodo A asignará el "fallo" al nodo B y emitirá una orden de desconexión para su eliminación. En este punto el hijo verde del nodo B (es decir, el nodo C o C') ascenderá un nivel conectando con el nodo abuelo A y el hijo rojo del nodo B (el otro del nodo C o C'), conectará como un hijo de su hermano anterior. El evento de reconfiguración entonces se propagará como se trató anteriormente.

Una excepción a lo anterior es el caso donde el nodo C es el único hijo del nodo B. Bajo estas circunstancias el nodo B se puede desconectar en este ejemplo por el nodo A en base únicamente a la recomendación del nodo C. En otro ejemplo, el sistema no desconectará un nodo con un hijo en base solamente a la denuncia de ese hijo (en este caso puede haber insuficientes datos para asignar con precisión la culpa – desconectar el nodo contra el que se queja y promover al denunciante puede tener el potencial de promover un nodo que está experimentando problemas).

Con referencia ahora a la FIG. 31 (que muestra un diagrama de flujo asociado con este ejemplo), el nodo A recibe una denuncia del nodo C acerca del nodo B en el paso 311. El nodo A entonces va al paso 312 en el que comprueba su base de datos de topología para determinar si el nodo C es el único hijo del nodo B. Si la respuesta es no (como se muestra en la FIG. 30), entonces el nodo A va al paso 313 en el que el nodo A determina si hay un problema de comunicación entre él y el nodo B. Si la respuesta es no, entonces el nodo A pasa al paso 314 en el que determina si ha recibido una denuncia similar acerca del nodo B desde el nodo C' dentro de un periodo de tiempo predeterminado del nodo A que ha recibido la denuncia del nodo C. Si la respuesta a esa consulta es no, entonces el nodo A va al paso 315 en el que envía una señal de desconexión al nodo C. En ese punto el nodo A ha completado la Rutina de Respuesta de Denuncia de Abuelo (en un ejemplo una señal de propagación no se tiene que enviar necesariamente por el nodo A a los nodos hijo del nodo C – si existe alguno, se quejarán al nodo B que, tras discernir que el nodo C ya no está más en la red de distribución, enviará una señal de propagación a tales nodos denunciante).

Si la respuesta a cualquiera de las consultas en los pasos 312, 313 y 314 es sí en este ejemplo, entonces el nodo A pasa al paso 316 en el que desconecta el nodo B. El nodo A entonces pasa al paso 317 en el que envía una señal de propagación a sus nodos nieto (aquí los nodos C y C') y ocurrirá un evento de reconfiguración como se describió anteriormente.

El método de este ejemplo descrito anteriormente toma un planteamiento de "2 de entre 3" en la pregunta de eliminación de nodo. A este respecto, se entiende que muchos nodos interiores en una red de distribución de árbol binario construidos de conformidad con la presente invención tendrán conexiones directas a otros tres nodos: su padre, su hijo verde y su hijo rojo. Las conexiones entre un nodo y sus tres nodos "vecinos" se pueden considerar como tres canales de comunicaciones separados. En este ejemplo un nodo se elimina de la red cuando hay indicaciones de fallo o rendimiento inadecuado de dos de estos tres canales. Cuando hay indicaciones de que dos de los canales están funcionando normalmente, el nodo denunciante se supone que está "poco sano" y se elimina.

En el caso donde un nodo interior tiene solamente un único hijo, la "denuncia" de ese hijo a su abuelo es suficiente, en este ejemplo, para eliminar el nodo padre – incluso cuando el nodo a ser eliminado está comunicando perfectamente bien con su propio padre. En otras palabras, dado que la cadena de comunicación A-B-C donde el nodo A es el padre del nodo B y el nodo B es el padre del nodo C y dado que el nodo C no tiene hermanos, entonces una denuncia del nodo C al nodo A hará al nodo A eliminar el nodo B en este ejemplo con independencia del hecho de que el nodo A y el nodo B no están teniendo problemas de comunicación (esta línea de acción puede ayudar a asegurar que un nodo potencialmente no fiable no ascenderá la jerarquía de nodos, incluso a costa de enviar ocasionalmente un nodo "sano" de vuelta al borde de la cadena de distribución en base a denuncias no corroboradas de su hijo). Por supuesto, como se mencionó anteriormente, hay ejemplos donde el sistema no desconectará un nodo con un hijo en base solamente a la denuncia de ese hijo.

En otro ejemplo de votación (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), en lugar de (o en conjunto con) nodos que votan en el nombre de otros nodos, los nodos pueden graduar continuamente su propio

rendimiento y si detectan que hay insuficiente ancho de banda en dos o más de sus enlaces (enlaces a su padre y sus hijos) el nodo realizará una salida elegante de la red (iniciando una reconfiguración como se describe en otra parte) y entonces el nodo escalará o bien su camino a un nodo antecesor (o irá directamente al servidor) para solicitar un camino de conexión al borde del árbol. Este sistema permite a los nodos “apartarse” cuando detectan problemas relacionados con conexión/ancho de banda.

Con referencia ahora a un ejemplo de “Retardo Escalonado de Reproducción de Datos de Contenido” (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo) se señala que a fin de tener toda la experiencia de los nodos de usuario la reproducción de los datos de contenido aproximadamente en el mismo momento, con independencia del nivel en el que reside el nodo, el almacenador temporal de datos de contenido 125 mostrado en la FIG. 13 de un nodo de usuario puede ser mayor cuanto más alto está árbol arriba en una cadena de distribución (es decir, cuanto más cerca está del servidor raíz). Cuanto mayor sea el almacenador temporal, mayor será la cantidad de tiempo entre un evento particular (o desde la recepción del nodo de los datos de contenido) y la reproducción realmente del nodo de los datos de contenido en su almacenador de datos de contenido. En la medida que el almacenador temporal de datos de contenido de un nodo se dimensiona para variar el momento en que se inicia la reproducción de los datos de contenido, el almacenador temporal de datos de contenido es un retardo. Alternativamente, el retardo puede ser un temporizador o un almacenador temporal de retardo 126 como se muestra en la FIG. 13 o una combinación de elementos. El propósito del retardo puede ser ayudar a asegurar que todos los usuarios experimenten la reproducción de los datos de contenido aproximadamente simultáneamente.

Para una red de distribución que tiene  $n$  niveles de nodos de usuario de manera en cascada conectados a un nodo servidor, donde  $n$  es un número mayor que uno (y por lo tanto la red de distribución comprende el nodo servidor y nodos de usuario de primer hasta nivel de orden  $n$ ), el periodo de tiempo (es decir, el tiempo de retardo) entre:

(i) el momento en que se reciben los datos de contenido por un nodo o, desde un momento predeterminado tal como, por ejemplo, un evento de notificación o evento de clasificación de utilidad (la aparición del cual se puede basar en periodos de tiempo que se miden por un reloj fuera del sistema de distribución y ocurrirían aproximadamente simultáneamente para todos los nodos); y

(ii) la reproducción de los datos de contenido por el nodo;

es mayor para un nodo cuanto más alto árbol arriba está el nodo en la cadena de distribución. Es decir, los retardos en nodos de primer nivel crean mayores tiempos de retardo que lo hacen los retardos en nodos de segundo nivel, los retardos en nodos de segundo nivel crean mayores tiempos de retardo que los retardos en nodos de tercer nivel y así sucesivamente. Descrito matemáticamente, en un sistema de nivel  $n$ , donde  $x$  es un número desde  $y$  que incluye 2 hasta  $y$  que incluye  $n$ , el tiempo de retardo creado por un retardo en un nodo de nivel  $(x-1)$  es mayor que el tiempo de retardo creado por un retardo en un nodo de nivel  $x$ .

A modo de ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), los nodos de primer nivel podrían tener un tiempo de retardo eficaz integrado en la reproducción de datos de contenido de ciento veinte segundos, los nodos de segundo nivel podrían tener un tiempo de retardo eficaz integrado de ciento cinco segundos, los nodos de tercer nivel podrían tener un tiempo de retardo eficaz integrado de noventa segundos, los nodos de cuarto nivel podrían tener un tiempo de retardo eficaz integrado de setenta y cinco segundos, los nodos de quinto nivel podrían tener un tiempo de retardo eficaz integrado de sesenta segundos, los nodos de sexto nivel podrían tener un tiempo de retardo eficaz integrado de cuarenta y cinco segundos, los nodos de séptimo nivel podrían tener un tiempo de retardo eficaz integrado de treinta segundos y los nodos de octavo nivel podrían tener un tiempo de retardo eficaz integrado de quince segundos.

Los retardos pueden aprovecharse del hecho de que la transmisión de paquetes que forman los datos de contenido desde un nodo a otro puede tardar menos tiempo que la reproducción real de tales paquetes. Esto puede permitir la reproducción esencialmente simultáneamente de los datos de contenido en todos los niveles de la red de distribución. Los retardos también pueden permitir a los nodos manejar eventos de reconexión y reconfiguración sin ninguna pérdida significativa de datos de contenido.

En otro ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), el sistema puede no esforzarse en tener almacenadores temporales más cercanos al servidor que contengan más datos que los almacenadores temporales de nodos que están más alejados. En su lugar, cada nodo puede tener un almacenador temporal que puede mantener, por ejemplo, aproximadamente dos minutos que valen la pena del contenido de A/V. El sistema puede esforzarse por llenar el almacenador temporal de cada nodo tan rápidamente como sea posible, con independencia de la distancia del nodo desde el servidor, a fin de dar a cada nodo la máxima cantidad de tiempo posible para tratar con eventos de reconfiguración de red y de fallo de nodo árbol arriba.

Cabe señalar que los nodos pueden recibir un “índice de tiempo de reproducción actual” cuando conectan con el servidor. Este valor se puede usar para mantener todos los nodos aproximadamente en el mismo punto en el flujo - para tener todos los nodos reproduciendo aproximadamente el mismo momento de vídeo al mismo tiempo - diciéndoles, esencialmente, que comiencen la reproducción de contenido de A/V en este índice de tiempo. El índice de tiempo de reproducción puede ser, por ejemplo, aproximadamente dos minutos por detrás del “tiempo real” -

permitiendo a los nodos almacenar temporalmente localmente hasta dos minutos de contenido (la presente invención puede permitir derivar entre nodos dentro del almacenador temporal (por ejemplo, un almacenador temporal de dos minutos) o la presente invención puede reducir o eliminar esta deriva para mantener todos los nodos reproduciendo más cerca para “bloquear el paso”).

5 Con referencia ahora a un ejemplo de “Reconfiguración” específica (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), se tratarán las FIG. 32A-32J. En este ejemplo, una reconfiguración de red básica se puede lograr usando dos tipos de mensajes: Registro (es decir, Registro “Normal” y “Unión con Prioridad”) y Propagación de Salida. Para los propósitos de esta discusión, la red se supondrá que está organizada como un sistema binario en el que cada nodo tiene un padre y, a lo sumo, dos hijos (la única excepción que es que el servidor raíz no tiene padre).

10 Bajo este ejemplo, cada nodo de usuario en la red tendrá o bien unas marcas de nodo “más fuerte” o unas marcas de nodo “más débil” asociadas con el mismo (en donde unas marcas de nodo “más fuerte” se refieren a un nodo que es más adecuado para moverse árbol arriba (por ejemplo, en base a una clasificación de utilidad más alta y/o una clasificación de retransmisión potencial más alta) y en donde unas marcas de nodo “más débil” se refieren a un nodo que es más adecuado que se quede donde está o se mueva árbol abajo (por ejemplo, en base a una clasificación de utilidad más baja y/o una clasificación de retransmisión potencial más baja). Las marcas pueden ser cualquier marca deseada (por ejemplo, número, letra o color) y en este ejemplo las marcas son un color o bien verde o bien rojo.

En cualquier caso, bajo este ejemplo, si un nodo tiene un hijo, ese hijo se puede marcar como verde y si un nodo tiene dos hijos, uno será verde y el otro será rojo.

20 Con referencia ahora a los detalles de este ejemplo de reconfiguración, se tratarán los pasos llevados a cabo cuando un nodo sale de la red. Más particularmente, la discusión se dirigirá a la salida del Nodo B de la FIG. 32.

A este respecto, se señala que el Nodo B puede salir de la red emitiendo un mensaje de Salida al Nodo A, un mensaje de Salida al Nodo C y un mensaje de Salida al Nodo D (ver la FIG. 32B). Además, como se muestra en la FIG. 32C, la salida del Nodo B rompe el árbol en tres componentes separados. Más particularmente, esta FIG. 32C muestra que estos tres componentes de red separados incluyen el subárbol que comprende el Nodo A, el subárbol que comprende los Nodos C, E, I, J, F, K y L y el subárbol que comprende los Nodos D, G y H.

25 Estos tres componentes se deben reunir ahora de tal forma que reparen el “agujero” dejado por la salida del Nodo B. El primer paso en este ejemplo es para que el hijo verde anterior del nodo que salió conecte con su abuelo anterior. De esta manera, en este ejemplo, el Nodo C (que es el hijo verde anterior del Nodo B – como se indica por la marca “G” en la FIG. 32C) conecta con el nodo A. Esta conexión provoca el árbol mostrado en la FIG. 32D (la conexión del Nodo C al Nodo A se puede llevar a cabo a través del mensaje de Registro enviado desde el Nodo C al Nodo A y un mensaje de Aceptación enviado desde el Nodo A al Nodo C – ver la FIG. 32J).

Señalar que el efecto de esta acción es que el Nodo C ocupa la posición anteriormente mantenida por su padre (Nodo B). Señalar también que el Nodo C (y todos los nodos en su subárbol) han sido “promovidos” hacia arriba un nivel del árbol.

35 A pesar de esta acción, el “agujero” dejado por la salida del Nodo B no se ha reparado aún completamente. Más particularmente, como se ve en la FIG. 32D, el árbol ahora consta de dos componentes separados: el árbol principal (que incluye los Nodos A, C, E, I, J, F, K y L) y la “rama” del árbol arraigada en el Nodo D (que incluye los Nodos D, G y H). De esta manera, mientras que el Nodo C está de vuelta ahora “en el árbol” (dado que tiene un padre), el Nodo D no tiene padre y se considera aún “fuera del árbol”.

40 Por lo tanto, a fin de continuar la reparación del “agujero” dejado por la salida del Nodo B, el subárbol arraigado al Nodo D se debe fundir con el subárbol arraigado al Nodo C.

De esta manera, en este ejemplo, el Nodo D (que es el hijo rojo anterior del Nodo B – como se indica por la marca “R” en las FIG. 32C y 32D) se Unirá con Prioridad o “conectará de manera cruzada” al Nodo C (es decir, el hermano verde anterior del Nodo D). Como se ve en la FIG. 32E, esta operación de Unión con Prioridad se lleva a cabo como sigue:

- 45 • El Nodo D envía un mensaje de Registro al Nodo C con “prioridad” igual a verdadera (es decir, una “Unión con Prioridad”).
- Dado que el Nodo C ya tiene dos hijos, debe romper su conexión con uno de sus hijos actuales a fin de aceptar el Nodo D. En tal situación, la conexión con el hijo rojo se romperá (el hijo rojo se puede enviar fuera de la red o enviar más árbol abajo).
- 50 • De esta manera, el Nodo C rompe la conexión con el Nodo F enviando al Nodo F un mensaje de Propagación de Salida anterior (por ejemplo, inmediatamente anterior) al envío del mensaje de Aceptación al Nodo D (por el Nodo C).

Después de la operación de Unión con Prioridad descrita anteriormente, la red tendrá la forma mostrada en la FIG. 32F. Más particularmente, el Nodo D y su subárbol se han fundido de nuevo en el árbol, pero a costa de echar al Nodo F y su subárbol, fuera del árbol.

5 De esta manera, en este punto el proceso de “unión con prioridad”/“propagación de salida” se repite en sí mismo con el Nodo F conectando de manera cruzada (a través de Unión con Prioridad) a su hermano verde anterior el Nodo E (ver la FIG. 32G). Dado que el Nodo E ya tiene dos hijos, I y J, el Nodo E romperá su conexión con su hijo rojo, el Nodo J, anterior (por ejemplo, inmediatamente anterior) al envío del mensaje de Aceptación al Nodo F.

10 Después de la segunda operación de Unión con Prioridad descrita anteriormente, la red tendrá la forma mostrada en la FIG. 32H. Más particularmente, el Nodo F y su subárbol, se han vuelto a unir a la red, pero a costa de echar al Nodo J fuera del árbol.

15 A fin de reparar esta situación, el Nodo J se conectará de manera cruzada (a través de Unión con Prioridad) a su hermano verde anterior I. Dado que I no está lleno (es decir, no tiene dos hijos), no hay necesidad para I de emitir un mensaje de Propagación de Salida. De esta manera, la red forma la configuración mostrada en la FIG. 32I. Además, la secuencia completa de mensajes necesarios para que el Nodo B salga y el árbol se reconfigure con éxito en este ejemplo se muestra en la FIG. 32J. Más particularmente:

- El Nodo B envía mensajes de Salida al Nodo A, Nodo C y Nodo D
- El Nodo C envía un mensaje de Registro al Nodo A y el Nodo A responde con un mensaje de Aceptación.
- El Nodo D envía un mensaje Unión con Prioridad al Nodo C
- El Nodo C envía un mensaje propagación de Salida al Nodo F
- 20 • El Nodo C envía un mensaje de Aceptación al Nodo D
- El Nodo F envía un mensaje Unión con Prioridad al Nodo E
- El Nodo E envía un mensaje de Propagación de Salida al Nodo J
- El Nodo E envía un mensaje de Aceptación al Nodo F
- El Nodo J envía un mensaje de Unión con Prioridad al Nodo I
- 25 • El Nodo I envía un mensaje de Aceptación al Nodo J

30 Para resumir este ejemplo, la reconfiguración del árbol generalmente depende de dos tipos de mensajes: Registro (“Normal” y “Unión con Prioridad”) y Propagación de Salida. Un mensaje de Registro “Normal” se puede usar para implementar la conexión de un nodo nieto a un nodo abuelo. Un mensaje de Unión con Prioridad se puede usar para implementar una “conexión cruzada” donde un nodo rojo se conecta como un hijo de su hermano verde anterior. Una Propagación de Salida se puede usar para “hacer espacio” para el nodo de conexión cruzada, permitiéndole conectar en la ubicación ocupada previamente por su sobrino rojo. El acto de desconectar el sobrino rojo de su padre anterior mueve el “agujero” causado por la salida del nodo original hacia abajo un nivel del árbol y puede iniciar otra secuencia de unión con prioridad/propagación de la salida en ese nivel. Este proceso puede continuar hasta que se alcanza el borde de la red.

35 Con referencia ahora a un ejemplo de “Salida de Nodo” específico (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), se tratarán las FIG. 33A y 33B. En este ejemplo, cuando el Nodo B está saliendo de la red (una parte de cuya red se muestra en la FIG. 33A), el Nodo B enviará mensajes de Salida a su padre (es decir, el Nodo A) e hijos (es decir, los Nodos C y D) para informarles de su salida. De esta manera, si el árbol está organizado de la manera ilustrada en la FIG. 33A, los Nodos A, C y D recibirán mensajes de Salida desde el Nodo B (ver la FIG. 33B).

40 Además, en este ejemplo el Nodo A tomará unas pocas acciones (básicamente limpiar su estado interno) y los Nodos C y D participarán en un evento de reconfiguración (como se trató anteriormente). Más particularmente, el Nodo C (que es el nodo Verde) intentará escalar su camino y de esta manera conectar con el Nodo A, que aceptará el Nodo C. Además, el Nodo D intentará “conectar de manera cruzada” con el Nodo C registrando con prioridad fijada a verdadera.

45 Con referencia ahora a un ejemplo de “Voto (código de denuncia)” (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), se tratarán las FIG. 34A-34F y 35A-35C. En este ejemplo, la red emplea un sistema de votación que permite automáticamente a la red: (a) desconectar el(los) nodo(s) que se encuentra(n) que está(n) comportándose mal o con rendimiento bajo; y/o enviar a tal(es) nodo(s) que se encuentra que está(n) comportándose mal o con bajo rendimiento al borde del árbol (es decir, tan lejos árbol abajo como sea posible). Esta acción se puede tomar a fin de  
50 evitar que un nodo que está comportándose mal o con bajo rendimiento interrumpa la entrega de datos a otros

nodos en el árbol. Cabe señalar que tal mal comportamiento o bajo rendimiento se puede referir a la interrupción o ralentización intencionada o no intencionada de entrega de datos a otros nodos.

Más particularmente, en este ejemplo se envía un Voto (o Denuncia) desde un nodo a su nodo abuelo con referencia al padre del nodo denunciante.

- 5 Este ejemplo se aplica a un sistema binario y por tanto, puede emplear votación a un planteamiento de ataques de dos entre tres en el que al menos dos de los tres nodos conectados directamente al Nodo X deben votar contra el Nodo X antes de que se encuentre que el Nodo X está comportándose mal o con bajo rendimiento (por supuesto, se proporcionan ataques de dos entre tres como un ejemplo solamente y se puede usar cualquier número de ataques y/o cualquier número de votos eliminados/mantenidos). Si el Nodo X se encuentra que está “en fallo”, la penalización es que se desconectará de la red y/o enviará al borde de la red (es decir, tan lejos árbol abajo como sea posible). Esta situación se conocerá como un evento de votación del “Caso I”.

- 15 Además, bajo este ejemplo un nodo que genera una denuncia que no se soporta por otra denuncia dentro de un periodo de tiempo dado (o un nodo que genera demasiadas denuncias sin fundamento durante un periodo de tiempo dado), se desconectará, por sí mismo, de la red y/o se enviará al borde de la red (por ejemplo, para desalentar a los nodos de “quejarse” (o emitir denuncias) sin razón). Esta situación se referirá como un evento de votación del “Caso II”.

- 20 Más particularmente, cuando se encuentra que un nodo está “en fallo” bajo este ejemplo debido a un evento de votación, se envía a tal nodo un mensaje de Rechazo, con firme fijado a verdadero (el mensaje de Rechazo se puede enviar, por ejemplo, desde el padre o abuelo del nodo). Esto hace que el nodo encontrado que está “en fallo” sea desconectado de la red (además, este nodo entonces se puede enviar al borde de la red cuando el nodo “escala su camino” (es decir, mira a nodos de instrucción progresivamente árbol arriba para nuevas instrucciones de conexión). Si el mensaje de Rechazo es el resultado de un evento de votación con éxito (Caso I), entonces el padre del nodo encontrado que está “en fallo” enviará mensajes de Salida “falsos” a los hijos de tal nodo. Si este mensaje de Rechazo es el resultado de un voto sin éxito (Caso II), entonces el abuelo del nodo denunciante enviará mensajes de Salida “falsos” al padre y los hijos del nodo encontrado que está “en fallo”.

- 25 El resultado de enviar estos mensajes es simular la salida elegante del nodo encontrado que está “en fallo” (es decir, fuera de la red y/o tan lejos árbol abajo como sea posible). Señalar que los mensajes de Salida “falsos” son idénticos a los mensajes de Salida reales (los mensajes “falsos” se refieren como “falsos” debido a que no se generan por el nodo que está realmente saliendo, sino en su lugar por un nodo de terceras partes en nombre del nodo que sale).

- 30 Con referencia ahora a la FIG. 34A, consideremos el ejemplo donde el Nodo B en el árbol representado en el mismo está comportándose mal o con bajo rendimiento. Dado que el Nodo B está comportándose mal o con bajo rendimiento, el evento de votación del Caso I debería ocurrir cuando tanto el Nodo C como el Nodo D se quejan al Nodo A acerca del Nodo B.

- 35 Estos mensajes de Denuncia acerca del Nodo B se envían al Nodo A desde el Nodo C y D, como se ve en la FIG. 34B.

- Como resultado, el Nodo A desconectará el Nodo B de la red enviándole un mensaje de Rechazo “firme” (ver la FIG. 34B).

- 40 Además, como se ve en la FIG.34B, el Nodo A entonces enviará mensajes de Salida “falsos” a los hijos del Nodo B, el Nodo C y el Nodo D, haciendo que tenga lugar una secuencia de reconfiguración (por ejemplo, de la misma manera que habría ocurrido si el Nodo B hubiera salido normalmente).

- De esta manera, al final de los mensajes mostrados en la FIG. 34B y los eventos de reconfiguración resultantes de la salida del Nodo B, similares a los ilustrados en la FIG.32J, el árbol resultante tendría la forma mostrada en la FIG. 34C.

- 45 Ahora, consideremos de nuevo el mismo árbol (reproducido de nuevo en la FIG. 34D por comodidad) pero en la situación donde el Nodo C emite una denuncia sin fundamento contra el Nodo B.

- El mensaje de Denuncia es desde el Nodo C al Nodo A acerca del Nodo B. Dado que éste es un evento de votación del Caso II donde solamente el Nodo C (o solamente el Nodo D) denuncia al Nodo A acerca del Nodo B, el Nodo A enviará un mensaje de Rechazo “firme” al Nodo C (o Nodo D) y tendrá lugar una secuencia de reconfiguración para reparar el “agujero” en el árbol dejado por la salida del Nodo C (o el Nodo D).

- 50 Más particularmente (suponiendo que el Nodo C está siendo desconectado), después de que el Nodo A desconecta el Nodo C de la red enviando el mensaje de Rechazo “firme” antes mencionado, el Nodo A enviará un mensaje de Salida “falso” acerca del Nodo C a los Nodos B, E y F (ver la FIG. 34E). Además, después de la reconfiguración (como se trató anteriormente) el árbol resultante tendría la forma mostrada en la FIG. 34F.

Con referencia ahora a las FIG. 35A-35C, a fin de colocar la votación en contexto, un evento de votación del Caso I se tratará ahora junto con un ejemplo de secuencia de reconfiguración completa que resultaría.

Más particularmente, la FIG. 35A muestra la forma del árbol inmediatamente anterior a que el Nodo B sea votado en contra por al menos dos de los tres nodos A, C y D.

- 5 Además, después de que se desconecta el Nodo B de la red y se realizan las reconfiguraciones resultantes (como se describió anteriormente), el árbol tendrá la forma mostrada en la FIG. 35B.

Finalmente, los mensajes intercambiados entre los nodos para producir estas acciones se ilustran en la FIG. 35C. A este respecto, se señala que:

- Los Nodos C y D emiten mensajes de Denuncia al Nodo A
- 10 • El Nodo A envía un mensaje de Rechazo “firme” al Nodo B
- El Nodo A envía mensajes de Salida “falso” acerca del Nodo B a los Nodos C y D
- El Nodo C envía un mensaje de Registro al Nodo A
- El Nodo A envía un mensaje de Aceptación al Nodo C
- El Nodo D envía un mensaje de Unión con Prioridad al Nodo C
- 15 • El Nodo C envía un mensaje de Propagación de Salida al Nodo F
- El Nodo C envía un mensaje de Aceptación al Nodo D
- El Nodo F envía un mensaje de Unión con Prioridad al Nodo E
- El Nodo E envía un mensaje de Aceptación al Nodo F

20 En otra realización se puede emplear un mecanismo de “Por Favor Manténgase Preparado” por el cual un nodo padre da instrucciones a su(s) nodo(s) hijo para esperar antes de quejarse (por ejemplo, acerca de la carencia de datos o acerca de una ralentización en el flujo de datos) a un nodo abuelo (es decir, un abuelo del hijo y un padre del padre del hijo). En un ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), la instrucción puede ser esperar un periodo de tiempo predeterminado. En otro ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), la instrucción puede ser esperar indefinidamente. En otro ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), el mecanismo de “Por Favor Manténgase Preparado” se puede emplear por cualquier nodo deseado (no sólo un nodo padre) para dar instrucciones a cualquier otro nodo deseado (no sólo un nodo hijo) de no quejarse (por ejemplo, se puede implementar por el servidor el mecanismo de “Por Favor Manténgase Preparado”).

30 En otro ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), un paquete Por Favor Manténgase Preparado (o “PSB”) puede ser “datos completos” (al contrario de “sin datos”). Más particularmente, tales paquetes de PSB de datos completos se pueden construir para tener una carga de datos “falsa” que hace estos paquetes PSB aproximadamente del mismo tamaño que los Paquetes de Datos. Los paquetes PSB se pueden enviar, por ejemplo, desde un padre a su hijo cuando el padre no tiene datos no enviados para enviar a ese hijo. Dado que, en este ejemplo, el tamaño de los paquetes PSB de datos completos es similar a los Paquetes de Datos, es posible para el

35 nodo padre mantener las conexiones entre sí mismo y sus hijos a una tasa de datos que es similar a la tasa que existiría entre los dos si el padre poseyese datos no enviados.

Cabe señalar que el uso de paquetes PSB de datos no completos puede permitir al sistema mantener la estructura árbol abajo de la red manteniendo los nodos por debajo de un problema “feliz”. De esta manera, el sistema puede ser capaz de aislar problemas, tales como un error de conexión entre un nodo y sus hijos, permitiendo a esos hijos continuar alimentando su descendencia a una tasa de datos aceptable, incluso aunque esos hijos no estén recibiendo ningún dato de su padre. Sin un mecanismo tal como los paquetes PSB de datos completos para aislar un problema, los problemas en el sistema podrían propagarse a todos los nodos árbol abajo desde el lugar del problema (lo cual podría conducir a inestabilidad de red).

40

Con referencia ahora a un ejemplo de “Apagado” (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), se tratarán las FIG. 36A y 36B. Más particularmente, la FIG 36A muestra una parte de un árbol de red y la FIG. 36B muestra mensajes de Apagado que se envían desde el Nodo A al Nodo B, desde el Nodo B al Nodo C y desde el Nodo B al Nodo D. En este ejemplo, los mensajes de Apagado se transmiten a todos los nodos (por ejemplo, pasando el mensaje recibido hacia abajo a todos los hijos).

45

Cabe señalar que después de que un Nodo B recibe y envía hacia abajo los mensajes de Apagado al Nodo C y Nodo D (ver la FIG. 36B), el Nodo B entonces debería desconectarse de la red e intentar reconectar después de un

50

tiempo especificado en el mensaje de Apagado (señalar que se puede añadir/quitar algún cantidad pequeña de “margen de maniobra” de este tiempo para evitar que todos los nodos vuelvan a la red simultáneamente).

5 En otro ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), el mensaje de Apagado puede no especificar un tiempo para la reconexión (es decir, pueden no darse instrucciones al nodo de apagado para reconectar).

En otro ejemplo, (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), los mensajes de apagado solamente pueden originarse en el servidor.

10 En otro ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), los mensajes de apagado se envían a través de Paquetes Seguros. Cabe señalar que el sistema de Paquetes Seguros puede emplear, por ejemplo, un mecanismo tal como cifrado de clave pública (o bien del mensaje entero o bien de una parte del mensaje, tal como su suma de comprobación) para verificar el mensaje originado en el servidor.

En otro ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), los hijos deberían transmitir los mensajes de apagado inalterados.

15 En otro ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), solamente ciertos nodos reciben el mensaje de apagado.

En otro ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), solamente ciertos nodos reenvían el mensaje de apagado.

20 Con referencia ahora a un ejemplo de “Ping/Pong” (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), se tratarán las FIG. 37A y 37B. En este ejemplo, el Nodo B envía al Nodo A un mensaje de Ping (ver las FIG. 37A y 37B). Si un nodo A está sano (por ejemplo, recibe correctamente e interpreta el mensaje de Ping de una manera oportuna) entonces el Nodo A responderá al nodo B con un mensaje de Pong (por ejemplo, sobre la misma conexión o sobre una conexión diferente). Cabe señalar que los nodos no tienen que estar conectados permanentemente y se pueden conectar solamente durante la duración de la sesión de ping/pong.

25 Con referencia ahora a un ejemplo de reconfiguración específica en lo sucesivo llamada “Salida Simultánea de Nodos Adyacentes (Verde-Rojo), se tratarán las FIG. 38A-38L. En este ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), la configuración inicial es como se muestra en la FIG. 38A.

Además, como se ve en la FIG. 38B, después de la salida del Nodo B y el Nodo D, el Nodo C intenta conectar con el Nodo A y el Nodo G falla al conectar con el Nodo B que salió (como resultado de la salida de los Nodos B y D).

30 Más aún, como se ve en la FIG. 38C, los Nodos C y G entonces intentan conectar con el Nodo A en alrededor de al mismo tiempo. De esta manera, los mensajes pasados son como se ven en la FIG. 38D (en donde un mensaje representado como una línea discontinua se envía a un nodo que salió).

35 Con referencia ahora específicamente a las FIG. 38E-38H (en las que se describe primero el caso donde el Nodo C conecta con el Nodo A), se ve (en la FIG. 38E) que el Nodo C conecta con el Nodo A antes que con el Nodo G y que el Nodo A envía el Nodo G al Nodo C (en la FIG. 38F). Además, la configuración resultante se ve en la FIG. 38G (la FIG. 38H muestra los mensajes pasados – cabe señalar que el mensaje “Camino a C” puede referirse a un mensaje que incluye información relativa a un camino de red desde el nodo de recepción y/o el nodo de instrucción al Nodo C).

40 Con referencia ahora específicamente a las FIG. 38I-38L (en las cuales se describe primero el caso donde el Nodo G conecta con el Nodo A), se ve (en la FIG.38I) que el Nodo G conecta con el Nodo A antes que con el Nodo C y que el Nodo A envía el Nodo C al Nodo G (en la FIG. 38J). Además, la configuración resultante se ve en la FIG. 38K (la FIG. 38L muestra los mensajes pasados – cabe señalar que el mensaje “Camino a G” puede referirse a un mensaje que incluye información relativa a un camino de red desde el nodo de recepción y/o el nodo de instrucción al Nodo G).

45 Con referencia ahora a un ejemplo de reconfiguración específica en lo sucesivo llamada “Salida Simultánea de Nodos Adyacentes (Verde-Rojo), se tratarán las FIG. 39A-39L. En este ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), la configuración original es como se muestra en la FIG. 39A.

Además, como se ve en la FIG. 39B, tanto el Nodo B como el Nodo C salen esencialmente simultáneamente.

50 Más aún, como se ve en la FIG. 39C, el Nodo E y el Nodo D fallan al conectar con los nodos que salieron e intentan conectar con el Nodo A alrededor de al mismo tiempo. De esta manera, los mensajes pasados son como se ven en la FIG. 39D (en donde un mensaje representado como una línea discontinua se envía a un nodo que salió).

Con referencia ahora específicamente a las FIG. 39E-39H (en las que se describe primero el caso donde el Nodo E conecta con el Nodo A), se ve (en la FIG. 39E) que el Nodo E conecta con el Nodo A antes que con el Nodo D y que el Nodo A envía el Nodo D al Nodo E (en la FIG. 39F). Además, la configuración resultante se ve en la FIG. 39G (la

FIG. 39H muestra los mensajes pasados – cabe señalar que el mensaje “Camino a E” puede referirse a un mensaje que incluye información relativa a un camino de red desde el nodo de recepción y/o el nodo de instrucción al Nodo E).

5 Con referencia ahora específicamente a las FIG. 39I-39L (en las cuales se describe primero el caso donde el Nodo D conecta con el Nodo A), se ve (en la FIG.39I) que el Nodo D conecta con el Nodo A antes que con el Nodo E y que el Nodo A envía el Nodo E al Nodo D (en la FIG. 39J). Además, la configuración resultante se ve en la FIG. 39K (la FIG. 39L muestra los mensajes pasados – cabe señalar que el mensaje “Camino a D” puede referirse a un mensaje que incluye información relativa a un camino de red desde el nodo de recepción y/o el nodo de instrucción al Nodo D).

10 Con referencia ahora a un ejemplo de reconfiguración específica en lo sucesivo llamada “Salida Simultánea de Nodos (Saltar Un Nivel)”, se tratarán las FIG. 40A-40L. En este ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), la configuración original es como se muestra en la FIG. 40A.

Además, como se ve en la FIG. 40B, tanto el Nodo B como el Nodo E salen esencialmente simultáneamente.

15 Más aún, como se ve en la FIG. 40C, el Nodo C conecta con éxito al Nodo A y los Nodos D e I intentan conectar con el Nodo A alrededor de al mismo tiempo. De esta manera, los mensajes pasados son como se ven en la FIG. 40D.

20 Con referencia ahora específicamente a las FIG. 40E-40H (en las que se describe primero el caso donde el Nodo D conecta con el Nodo C), se ve (en la FIG. 40E) que el Nodo D conecta con el Nodo C antes que con el Nodo I y que el Nodo C envía el Nodo I al Nodo D (en la FIG. 40F). Además, la configuración resultante se ve en la FIG. 40G (la FIG. 40H muestra los mensajes pasados – cabe señalar que el mensaje “Camino a D” puede referirse a un mensaje que incluye información relativa a un camino de red desde el nodo de recepción y/o el nodo de instrucción al Nodo D).

25 Con referencia ahora específicamente a las FIG. 40I-40L (en las cuales se describe primero el caso donde el Nodo I conecta con el Nodo C), se ve (en la FIG.40I) que el Nodo I conecta con el Nodo C antes que con el Nodo D y que el Nodo C se desconecta del Nodo I y acepta el Nodo D (en la FIG. 40J). Además, la configuración resultante se ve en la FIG. 40K (la FIG. 40L muestra los mensajes pasados).

En otra realización (la realización de “Evaluador Automático de Ancho de Banda”) que se puede usar en lugar de votar o en conjunto con ello, los nodos se pueden habilitar para monitorizar su ancho de banda a su padre e hijos.

30 Si el ancho de banda del padre cae por debajo de un cierto nivel durante una cierta cantidad de tiempo (por ejemplo, si el ancho de banda promediado durante X segundos cae por debajo de un cierto nivel durante Y o más segundos) y todas las otras conexiones existentes están estables el nodo supondrá que su padre está funcionando mal y escalará su camino a su abuelo, donde realizará una unión con prioridad, si no se dan instrucciones para hacerlo de otro modo. Durante esta reconfiguración, el nodo mantiene sus enlaces de hijo existentes.

35 Si el ancho de banda entre el nodo y dos o más de otros nodos cae por debajo de un cierto nivel durante una cierta cantidad de tiempo (por ejemplo, si el ancho de banda de cada una de estas conexiones promediadas durante X segundos cae por debajo de un cierto nivel durante Y o más segundos), el nodo supondrá que está en fallo y saldrá elegantemente (enviará mensajes de salida a su padre e hijos) y entonces escala su camino (o vuelve al servidor raíz) como un nodo sin hijos, a fin de ser colocado en el borde de la red.

40 Si el ancho de banda entre el nodo y solamente uno de sus hijos cae por debajo de un cierto nivel durante una cierta cantidad de tiempo (por ejemplo, si el ancho de banda promediado durante X segundos cae por debajo de un cierto nivel durante Y o más segundos), el nodo supondrá que su hijo está en fallo y le enviará un mensaje dándole instrucciones para salir elegantemente (enviará mensajes de salida a sus hijos) y entonces escala su camino (o vuelve al servidor raíz) como un nodo sin hijos, a fin de ser colocado en el borde de la red.

45 En la descripción anterior del “Evaluador Automático de Ancho de Banda”, los errores de conexión (es decir, una pérdida completa de la conexión entre dos nodos) se pueden considerar equivalentes a una caída en el ancho de banda por debajo del nivel umbral.

En situaciones donde un nodo tiene solamente un hijo, además de un padre, el nodo puede “simular” a una conexión de segundo hijo (para los propósitos de evaluación automática de ancho de banda) enviando datos de vuelta a su padre (o algún otro nodo designado) a fin de simular una conexión a un segundo hijo.

50 Como se mencionó anteriormente, a fin de aislar partes del árbol que están sometidas a problemas de comunicaciones de partes del árbol que están sanas, se pueden emplear paquetes PSB (Por Favor Manténgase Preparado).

En un ejemplo, estos paquetes se pueden enviar por un nodo a sus hijos cuando el nodo no tiene nuevos datos a dar a su descendencia. Los paquetes PSB pueden ser de datos completos o sin datos. Los paquetes PSB de datos completos se pueden enviar en intervalos regulares, por ejemplo, a fin de mantener la utilización de ancho de banda



por encima del umbral que desencadenaría el procedimiento de “Evaluador Automático de Ancho de Banda”. La transmisión de estos paquetes PSB de padres a hijos puede mantener la estructura de la red árbol abajo mientras que están siendo identificados y corregidos problemas (por ejemplo, errores de conexión, nodos de rendimiento escaso, enlaces de red de rendimiento escaso, etc.) árbol arriba.

5 En otra realización, se puede emplear un mecanismo de “Yo Ya Estuve Allí”. En esta realización, si el Nodo X intenta conectar con el Nodo C (pero es incapaz de conectar así), el Nodo X puede decir a su nodo de instrucción (por ejemplo, el Nodo P, un nodo padre del Nodo C) que él (es decir, el Nodo X) ya ha intentado conectar con el Nodo C si el nodo de instrucción intenta encaminar el Nodo X de vuelta al Nodo C (el nodo de instrucción puede enviar entonces el Nodo X a otro nodo para un intento de conexión). En un ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), un intento por el Nodo X de conectar con el Nodo C puede ser suficiente para implementar el comportamiento “Yo Ya Estuve Allí”. En otro ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), se pueden requerir múltiples intentos sin éxito por el Nodo X para conectar con el Nodo C para implementar el comportamiento “Yo Ya Estuve Allí”. Cabe señalar que este comportamiento “Yo Ya Estuve Allí” se puede usar para mover progresivamente un nodo que solicita una conexión adicional árbol arriba o árbol abajo.

10  
15 En otra realización, se puede emplear un mecanismo de “Hiper Hijo”. En un ejemplo de esta realización (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), un Nodo P padre puede conectar con su Nodo C hijo como un hijo de Nodo C (por ejemplo, a fin de probar esa conexión con el Nodo C – tal prueba puede incluir, por ejemplo, capacidad de ancho de banda ascendente y/o descendente).

20 En otro ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), una conexión con cualquier nodo deseado (no sólo un hijo) se puede probar por cualquier otro nodo deseado (no sólo un padre).

Con referencia ahora a un ejemplo de reconfiguración específica llamada “Reconfiguración – Nodo Flojo”, se tratará la FIG. 41. En este ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), se muestra una parte de una red con los Nodos A-I. Bajo este ejemplo de Reconfiguración – Nodo Flojo, suponemos que el Nodo D abandona la red y el Nodo B conoce el caso (es decir, la salida y la próxima reconfiguración). Durante una cierta longitud de tiempo (por ejemplo, una “ventana” de tiempo predeterminada) el Nodo B aceptará solamente uno de sus nietos (Nodo F o Nodo G) como un nuevo nodo hijo. Si el Nodo F o el Nodo G conecta con el Nodo B, los nodos hermano/descendiente se moverán para llenar el “agujero” como se trató anteriormente. Por otra parte, si los Nodos F y G son “no mostrados” dentro de la longitud de tiempo asignada (es decir, no conectan con el Nodo B), entonces durante una cierta longitud de tiempo (por ejemplo, una “ventana” de tiempo predeterminada) el Nodo B expandirá el grupo de nodos aceptables para incluir sus bisnietos (el Nodo H o el Nodo I) además de su nieto (el Nodo F o el Nodo G) como un nuevo nodo hijo. De nuevo, si el Nodo H o el Nodo I conecta con el Nodo B, los nodos hermano/descendiente se moverán para llenar el “agujero” como se trató anteriormente. En caso negativo, este proceso puede continuar árbol abajo nivel por nivel hasta que se alcanzan las hojas (o hasta que ha pasado una cierta cantidad de tiempo). Cabe señalar que las ventanas de tiempo asignadas para cada nivel pueden ser las mismas o pueden ser diferentes.

35 Cabe señalar además que este comportamiento puede evitar que un nuevo nodo “salte la línea” y llegue a ser un hijo del Nodo B antes de que cualquier nieto, bisnieto, etc. del Nodo B tenga una oportunidad de llenar la conexión vacante dejada por el Nodo D.

40 En otra realización, se puede emplear el siguiente proceso cuando un nodo entra en la red. Más particularmente, cuando el servidor añade un nodo X al sistema (le da un camino de conexión al nodo Y) el servidor añadirá el nodo X a su modelo de topología de red como un hijo del nodo Y. En otras palabras, el servidor asumirá que la conexión tendrá lugar normalmente sin errores. La razón de por qué hacerlo así puede ser crítica para el funcionamiento del sistema en esta realización es que si el servidor falló al considerar el hecho de que el nodo X es ahora (probablemente) un hijo del nodo Y, usando el planteamiento de “mantener el árbol equilibrado” encarnado en la Rutina de Dirección de Conexión Universal, todos los nuevos nodos que conectan con el sistema se asignarían como hijos del nodo Y hasta el punto en que llegue una propagación hacia arriba indicando que el nodo X se añadió con éxito al árbol. Si el árbol es grande y el nodo Y tiene muchos niveles eliminados del servidor podría estar algún tiempo (por ejemplo, un minuto o más, en árboles muy grandes varios minutos) antes de que llegue una confirmación de que el nodo X se conectó verdaderamente al nodo Y como su hijo.

45  
50 Ahora, además de simplificar la colocación del nodo X en el NTM (Modelo de Topología de Red) del servidor y ser hecha con el asunto, en esta realización el sistema debe considerar el hecho de que puede durar un número de ciclos NTM/arriba de propagación para que el estado verdadero del nodo X sea notificado de vuelta al servidor. De esta manera, durante algún número de ciclos de propagación (o alguna cantidad de tiempo) el servidor puede comparar el NTM recién propagado (actualizado) que está recibiendo de sus hijos con la lista de “nodos añadidos recientemente”. Si un nodo añadido recientemente no está en el NTM propagado se volverá a añadir al NTM como un hijo del nodo Y. En algún punto el nodo X ya no se considerará “añadido recientemente” y el servidor cesará de añadir el nodo X de vuelta en su NTM. En otras palabras, el servidor asumirá que, por cualquier razón, el nodo X nunca se conecta con éxito a la red.

5 En otra realización, se puede emplear el siguiente proceso cuando un nodo sale elegantemente del sistema. Más particularmente, cuando un nodo (el nodo X) abandona la red realizando una salida elegante (por ejemplo, el usuario selecciona "salida" o pulsa la "x" o emite algún otro comando para cerrar la aplicación) el nodo enviará señales a sus nodos padre e hijo (en su caso) inmediatamente anterior a apagarse realmente. Tras la recepción de tal mensaje "de salida", el padre del nodo que sale (el nodo P) modificará su NTM (Modelo de Topología de Red) interno a una configuración que corresponde a la forma predicha de la red después de que salga el nodo que sale. En esta realización, el nodo P asumirá que su NTM es preciso y que la cascada entera de eventos de reconfiguración iniciados por la salida del nodo X ocurrirá normalmente. Por tanto, el nodo P esperará ahora que el hijo verde anterior del nodo X (el nodo XG – si existe tal hijo) conecte – esencialmente tomando el lugar del nodo X en la red.

10 En este punto, el NTM del nodo P representa una predicción del estado (anticipado) de la red más que la configuración notificada real. A fin de indicar que el nodo P no tiene (aún) una conexión física al nodo XG, el nodo P marcará el nodo XG como "flojo" en su NTM – lo que significa que el nodo XG se espera que ocupe esta posición en la red pero no lo ha hecho aún así físicamente. El nodo P notificará este NTM "predicho" (junto con el estado del nodo XG como un nodo flojo) hacia arriba durante sus ciclos NTM/Arriba de propagación, hasta que el nodo P acepte físicamente una conexión de hijo en el punto "reservado" del nodo XG y reciba un informe real de la forma del NTM árbol abajo desde ese hijo, a través de propagar NTM/Arriba.

Cabe señalar que las acciones anteriores se pueden tomar a fin de tener el reflejo del NTM propagado, con tanta precisión como sea posible, de la topología de la red.

20 Cabe señalar además que debido a la naturaleza distribuida de una red según la presente invención, nunca se puede garantizar una imagen completa y precisa de la forma actual de la red en cualquier instante de tiempo. De hecho, aunque el servidor raíz tiene la visión "más amplia" de la red, sin la heurística descrita en la presente memoria, esa visión sería la "más actualizada" de cualquier nodo en la red. De esta manera, la heurística tal como la recién descrita puede ser vital para producir los NTM que estén tan cerca de completos y precisos como sea posible (por ejemplo, de manera que la Rutina de Dirección de Conexión Universal pueda colocar nodos entrantes para mantener el árbol de distribución casi tan equilibrado como sea posible).

25 En otra realización la presente invención se puede usar cuando una pluralidad de sistemas informáticos están conectados (por ejemplo, a Internet) por uno o más de una línea ISDN, una línea DSL (por ejemplo, ADSL), un módem de cable, una línea T1 y/o un enlace de capacidad incluso más alta.

30 En otra realización se proporciona una red de distribución para la distribución de datos desde un nodo de usuario padre a al menos un nodo de usuario hijo conectado al nodo de usuario padre, cuya red de distribución comprende: un mecanismo para medir una tasa de flujo de datos al nodo de usuario padre; un mecanismo para medir una tasa de flujo de datos desde el nodo de usuario padre al nodo de usuario hijo; y un mecanismo para eliminar el nodo de usuario padre de la red de distribución; en donde el mecanismo para eliminar el nodo de usuario padre de la red de distribución elimina el nodo de usuario padre de la red de distribución si la tasa de flujo de datos en el nodo de usuario padre es mayor que la tasa de flujo de datos desde el nodo de usuario padre al nodo de usuario hijo.

35 En otra realización se proporciona una red de distribución para la distribución de datos desde un nodo de usuario padre a al menos un nodo de usuario hijo conectado al nodo de usuario padre y desde el nodo de usuario hijo a al menos un nodo de usuario nieto conectado al nodo de usuario hijo, cuya red de distribución comprende: un mecanismo para determinar cuándo el nodo de usuario hijo abandona la red; un mecanismo para añadir un nuevo nodo de usuario a la red; y un mecanismo para rechazar la conexión, durante un periodo del tiempo predeterminado después de que se determina que el nodo de usuario hijo abandona la red, del nuevo nodo de usuario al nodo de usuario padre; en donde, durante el periodo de tiempo predeterminado, el nodo de usuario padre solamente se conectará con el nodo de usuario nieto.

45 Las siguientes realizaciones describirán ahora un número de algoritmos ejemplo adicionales que se pueden utilizar en su totalidad o en parte para implementar la presente invención:

En una realización se proporciona un proceso para acoplar un nodo de usuario solicitante de conexión con una red de distribución, dicho proceso que incluye los siguientes pasos:

(a) teniendo un nodo de instrucción recibir una petición de conexión desde dicho nodo de usuario solicitante de conexión;

50 (b) formar una base de datos de topología de nodo de instrucción que indica, en un punto de tiempo:

(i) qué, en su caso, nodos de usuario están acoplados con dicho nodo de instrucción como nodos hijo; qué, en su caso, nodos de usuario están acoplados con cada uno de dichos nodos hijo como nodos nieto de dicho nodo de instrucción; qué, en su caso, nodos de usuario están acoplados con cada uno de dichos nodos nieto como nodos bisnieto de dicho nodo servidor; y así sucesivamente; y

55 (ii) las capacidades de ancho de banda respectivas de dichos nodos de usuario acoplados;

- 5 (c) seleccionar a partir de un grupo de nodos que incluye el nodo de instrucción y dichos nodos de usuario acoplados un nodo padre recomendado para dicho nodo de usuario solicitante de conexión, en donde dicho nodo padre recomendado tiene capacidad disponible aparente para transmitir datos de contenido a dicho nodo de usuario solicitante de conexión y está al menos tan cercano (es decir, en términos de topología de red) a dicho nodo de instrucción como cualquier otro nodo de usuario acoplado que tiene capacidad disponible aparente para transmitir datos de contenido a dicho nodo de usuario solicitante de conexión (cabe señalar que la colocación también o alternativamente puede depender, como se describió en otro sitio en la presente solicitud, en su totalidad o en parte de si el nodo solicitante de conexión es capaz de repetir o no (es decir, si puede soportar hijos)); y
- 10 (d) proporcionar una lista de direcciones de conexión a dicho nodo de usuario solicitante de conexión, dicha lista de direcciones de conexión que enumera cada nodo en dicha base de datos de topología del nodo de instrucción desde dicho nodo padre recomendado de vuelta a dicho nodo de instrucción.

En un ejemplo, el proceso además puede comprender los siguientes pasos:

- 15 (e) teniendo dicho nodo de usuario solicitante de conexión ir a (o intentar ir a) el nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión;
- (f) teniendo dicho nodo de usuario solicitante de conexión determinar si el nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión es parte de la red de distribución;
- 20 (g) si el nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión no es parte de la red de distribución, borrar tal nodo de dicha lista de direcciones de conexión y repetir los pasos (e) y (f) con respecto al siguiente nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión;
- (h) si el nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión es parte de dicha red de distribución, teniendo dicho nodo de usuario solicitante de conexión acoplarse con dicho nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión.

En otro ejemplo, el paso (d) puede comprender además el siguiente paso:

- 25 (i) si dicho nodo de distribución no es un nodo servidor, incluir en dicha lista de direcciones de conexión la lista de nodos conectados unos con otros de manera en cascada desde el nodo de instrucción de vuelta a dicho nodo servidor.

En otro ejemplo, el proceso además puede comprender los siguientes pasos:

- 30 (e) teniendo dicho nodo de usuario solicitante de conexión ir a (o intentar ir a) el nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión;
- (f) teniendo dicho nodo de usuario solicitante de conexión determinar si el nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión es parte de la red de distribución;
- 35 (g) si el nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión no es parte de la red de distribución, borrar tal nodo de dicha lista de direcciones de conexión y repetir los pasos (e) y (f) con respecto al próximo nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión.,
- (h) si el nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión es parte de dicha red de distribución, determinar si dicho nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión tiene capacidad disponible para transmitir datos de contenido a dicho nodo de usuario solicitante de conexión; y
- 40 (i) si el nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión es parte de dicha red de distribución y tiene capacidad disponible para transmitir datos de contenido a dicho nodo de usuario solicitante de conexión, teniendo dicho nodo de usuario solicitante de conexión acoplarse con el nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión.

En otro ejemplo, el proceso además puede comprender los siguientes pasos:

- 45 (j) si el nodo en la parte superior de la lista de direcciones de conexión es parte de dicha red de distribución y dicho nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión no tiene capacidad disponible para transmitir datos de contenido a dicho nodo de usuario solicitante de conexión, repetir los pasos (a)-(d), con dicho nodo en la parte superior de la lista de direcciones de conexión que es dicho nodo de instrucción y una nueva lista de direcciones de conexión que es el producto de los pasos (a)-(d).

- 50 En otro ejemplo, el proceso además puede comprender los pasos de contar las veces que se realiza el paso (j) y, cuando se realiza el paso (j) un número de veces predeterminado, teniendo dicho nodo de usuario solicitante de conexión repetir los pasos (a)-(d) con dicho servidor primario que es el nodo de instrucción.

En otra realización se proporciona un proceso para acoplar un nodo de usuario solicitante de conexión con una red de distribución, dicho proceso que incluye los siguientes pasos:

- (a) teniendo un nodo de instrucción recibir una petición de conexión desde dicho nodo de usuario solicitante de conexión;
- 5 (b) formar una base de datos de topología de nodo de instrucción que indica, en un punto de tiempo:
  - (i) qué, en su caso, nodos de usuario están acoplados con dicho nodo de instrucción como nodos hijo; qué, en su caso, nodos de usuario están acoplados con cada uno de dichos nodo hijo como nodos nieto de dicho nodo de instrucción; qué, en su caso, nodos de usuario están acoplados con cada uno de dichos nodos nieto como nodos bisnieto de dicho nodo servidor; y así sucesivamente; y
  - 10 (ii) las capacidades de ancho de banda respectivas de dichos nodos de usuario acoplados;
- (c) asignar clasificaciones de utilidad a cada uno de los nodos de usuario acoplados, dichas clasificaciones de utilidad que son una función de al menos la capacidad de ancho de banda del nodo de usuario acoplado y el tiempo transcurrido desde que el nodo de usuario acoplado ha estado acoplado con la red de distribución;
- 15 (d) seleccionar de un grupo de nodos que incluye el nodo de instrucción y dichos nodos de usuario acoplados un nodo padre recomendado para dicho nodo de usuario solicitante de conexión, en donde dicho nodo padre recomendado tiene capacidad disponible aparente para transmitir datos de contenido a dicho nodo de usuario solicitante de conexión y está al menos tan cerca (es decir, en términos de topología de red) a dicho nodo de instrucción como cualquier otro nodo de usuario acoplado que tiene capacidad disponible aparente para transmitir datos de contenido a dicho nodo de usuario solicitante de conexión y cuando el nodo de usuario acoplado más cerca (es decir, en términos de topología de red) con capacidad disponible aparente para transmitir datos de contenido a dicho nodo de usuario solicitante de conexión está equidistante (es decir, en términos de topología de red) a dicho nodo de instrucción con al menos otro nodo de usuario acoplado con capacidad disponible aparente para transmitir datos de contenido a dicho nodo de usuario solicitante de conexión, dicho nodo padre recomendado es el nodo de usuario acoplado que tiene la más alta clasificación de utilidad entre tales nodos de usuario acoplados equidistantes (es decir, en términos de topología red) con capacidad disponible aparente; y
- 20
- 25 (e) proporcionar una lista de direcciones de conexión a dicho nodo de usuario solicitante de conexión, dicha lista de direcciones de conexión que enumera cada nodo en dicha base de datos de topología de nodo de instrucción de dicho nodo padre recomendado de vuelta a dicho nodo de instrucción y, si dicho nodo de instrucción no es un nodo servidor primario, de vuelta a dicho nodo servidor primario.
- 30

En otra realización se proporciona un proceso para acoplar un nodo de usuario solicitante de conexión con una red de distribución, dicho proceso que incluye los pasos los siguientes pasos:

- (a) teniendo un nodo de instrucción recibir una petición de conexión desde dicho nodo de usuario solicitante de conexión;
- 35 (b) formar una base de datos de topología de nodos de instrucción que indica, en un punto de tiempo:
  - (i) qué, en su caso, nodos de usuario están acoplados con dicho nodo de instrucción como nodos hijo; qué, en su caso, nodos de usuario están acoplados con cada uno de dichos nodos hijo como nodos nieto de dicho nodo de instrucción; qué, en su caso, nodos de usuario están acoplados con cada uno de dichos nodos nieto como nodos bisnieto de dicho nodo de instrucción; y así sucesivamente; y
  - 40 (ii) las capacidades de ancho de banda respectivas de dichos nodos de usuario acoplados, que incluyen una designación de si dicha capacidad de ancho de banda de dicho nodo de usuario acoplado respectivo está por debajo de un umbral predeterminado (por ejemplo, dicho nodo de usuario acoplado respectivo es un nodo de ancho de banda bajo) o al menos dicho umbral predeterminado (por ejemplo, dicho nodo de usuario acoplado respectivo es un nodo de ancho de banda alto);
- 45 (c) formar una lista de nodos padre recomendados primarios ("PRPL") compuesta del nodo de instrucción (si tiene capacidad disponible para transmitir datos de contenido a dicho nodo de usuario solicitante de conexión) más aquellos nodos de usuario acoplados que tienen capacidad disponible aparente para transmitir datos de contenido a dicho nodo de usuario solicitante de conexión, con dicho nodo de instrucción que está colocado primero en la PRPL (si está en la PRPL) y dichos nodos de usuario acoplados que tienen capacidad disponible aparente para transmitir datos de contenido a dicho nodo de usuario solicitante de conexión que están clasificados con aquellos nodos acoplados que están más cerca (es decir, en términos de topología de red) del nodo de instrucción que está clasificado más alto que aquellos nodos acoplados que están más alejados (es decir, en términos de topología de red) y con nodos de usuario acoplados equidistantes (es decir, en términos de topología de red) que están clasificados de manera que aquellos nodos acoplados que tienen las más altas
- 50

clasificaciones de utilidad que están clasificados más altos que los nodos acoplados que tienen clasificaciones de utilidad más bajas;

5 (d) formar una lista de nodos padre recomendados secundarios ("SRPL") compuesta del nodo de instrucción (si no tiene capacidad disponible para transmitir datos de contenido a dicho nodo de usuario solicitante de conexión pero tiene al menos un nodo de ancho de banda bajo acoplado directamente con él) más dichos nodos de usuario acoplados que (i) son nodos de ancho de banda alto sin capacidad disponible para transmitir datos de contenido a dicho nodo de usuario solicitante de conexión y (ii) tienen al menos un nodo de ancho de banda bajo acoplado directamente con él, con dicho nodo de instrucción que está colocado primero en la SRPL (si está en la SRPL) y dichos nodos de usuario acoplados en la SRPL que están clasificados con aquellos nodos acoplados que están más cerca (es decir, en términos de topología de red) del nodo de instrucción que está clasificado más alto que aquellos nodos acoplados que están más alejados (es decir, en términos de topología de red) y con los nodos de usuario acoplados equidistantes (es decir, en términos de topología de red) que están clasificados de manera que aquellos nodos acoplados que tienen las más altas clasificaciones de utilidad que están clasificados más altos que los nodos acoplados que tienen clasificaciones de utilidad más bajas;

15 (e) determinar si el nodo de usuario solicitante de conexión es un nodo de ancho de banda bajo;

(f) si el nodo de usuario que solicita conexión es un nodo de ancho de banda bajo:

(i) seleccionar el nodo clasificado más alto en la PRPL como un nodo padre recomendado; y

20 (ii) proporcionar una lista de direcciones de conexión a dicho nodo de usuario solicitante de conexión, dicha lista de direcciones de conexión que enumera cada nodo en dicha base de datos de topología de nodo de instrucción desde dicho nodo padre recomendado de vuelta a dicho nodo de instrucción y, si dicho nodo de instrucción no es un nodo servidor primario, volver a dicho nodo servidor primario; y

(g) si el nodo de usuario solicitante de conexión es un nodo de ancho de banda alto:

(i) seleccionar el nodo clasificado más alto en la PRPL como un nodo padre recomendado;

(ii) seleccionar el nodo clasificado más alto en la SRPL como un nodo padre recomendado alternativo;

25 (iii) determinar si el nodo padre recomendado alternativo está más cerca (es decir, en términos de topología de red) del nodo servidor que el nodo padre recomendado;

30 (iv) si el nodo padre recomendado alternativo no está más cerca (es decir, en términos de topología de red) al nodo servidor que el nodo padre recomendado, proporcionar una lista de direcciones de conexión a dicho nodo de usuario solicitante de conexión, dicha lista de direcciones de conexión que enumera cada nodo en dicha base de datos de topología de nodo de instrucción desde dicho nodo padre recomendado de vuelta a dicho nodo de instrucción y, si dicho nodo de instrucción no es el nodo servidor primario, de vuelta a dicho nodo servidor primario;

35 (v) si el nodo padre recomendado alternativo está más cerca (es decir, en términos de topología de red) del nodo servidor que el nodo padre recomendado, (1) forzar la desconexión de un nodo de ancho de banda bajo del nodo padre recomendado alternativo y (2) proporcionar una lista de direcciones de conexión a dicho nodo de usuario solicitante de conexión, dicha lista de direcciones de conexión que enumera cada nodo en dicha base de datos de topología de nodo de instrucción desde dicho nodo padre recomendado alternativo de vuelta a dicho nodo de instrucción y, si dicho nodo de instrucción no es el nodo servidor primario, de vuelta a dicho nodo servidor primario.

40 En un ejemplo, el paso (f) (ii) puede incluir los siguientes pasos:

(1) añadir dicho nodo de usuario solicitante de conexión a la base de datos de topología como un hijo del nodo padre recomendado; y

45 (2) si dicho nodo padre recomendado no tuviera capacidad disponible aparente para transmitir datos de contenido a un nodo adicional con dicho nodo de usuario solicitante de conexión acoplado con él, borrar el nodo padre recomendado de la PRPL y añadirlo a la SRPL.

En otro ejemplo, el paso (g) (iv) puede incluir los siguientes pasos:

(1) añadir dicho nodo de usuario solicitante de conexión a la base de datos de topología como un hijo del nodo padre recomendado;

50 (2) si dicho nodo padre recomendado no tuviera capacidad disponible aparente para transmitir datos de contenido a un nodo adicional con dicho nodo de usuario solicitante de conexión acoplado con él, borrar el nodo padre recomendado de la PRPL; y

(3) si dicho nodo padre recomendado se borra de la PRPL pero tiene al menos un nodo de ancho de banda bajo acoplado directamente con él, añadir el nodo padre recomendado a la SRPL.

En otro ejemplo, el paso (g) (v) puede incluir los siguientes pasos:

5 (3) añadir dicho nodo de usuario solicitante de conexión a la base de datos de topología como un hijo del nodo padre recomendado alternativo; y

(4) si dicho nodo padre recomendado alternativo no tuviera capacidad disponible aparente para transmitir datos de contenido a un nodo adicional con dicho nodo de usuario solicitante de conexión acoplado con él, borrar el nodo padre recomendado alternativo de la SRPL.

En otro ejemplo, el proceso además puede comprender los siguientes pasos:

10 (h) teniendo dicho nodo de usuario solicitante de conexión ir a (o intentar ir a) el nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión;

(i) teniendo dicho nodo de usuario solicitante de conexión determinar si el nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión es parte de la red de distribución;

15 (j) si el nodo en la parte superior de la lista de direcciones de conexión no es parte de la red de distribución, borrar tal nodo de la lista de direcciones de conexión y repetir los pasos (h) e (i) con respecto al próximo nodo en la parte superior de la lista de direcciones de conexión; y

(k) si en nodo en la parte superior de la lista de direcciones de conexión es parte de dicha red de distribución, teniendo dicho nodo de usuario solicitante de conexión acoplarse con dicho nodo en la parte superior de la lista de direcciones de conexión.

20 En otro ejemplo, el proceso además puede comprender los siguientes pasos:

(h) teniendo dicho nodo de usuario solicitante de conexión ir a (o intentar ir a) el nodo en la parte superior de la lista de direcciones de conexión;

(i) teniendo dicho nodo de usuario solicitante de conexión determinar si el nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión es parte de la red de distribución;

25 (j) si el nodo en la parte superior de la lista de direcciones de conexión no es parte de la red de distribución, borrar tal nodo de la lista de direcciones de conexión y repetir los pasos (h) e (i) con respecto al próximo nodo en la parte superior de la lista de direcciones de conexión;

30 (k) si el nodo en la parte superior de la lista de direcciones de conexión es parte de dicha red de distribución, determinar si dicho nodo en la parte superior de la lista de direcciones de conexión tiene capacidad disponible para transmitir datos de contenido a dicho nodo de usuario solicitante de conexión; y

(l) si el nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión es parte de dicha red de distribución y tiene capacidad disponible para transmitir datos de contenido a dicho nodo de usuario solicitante de conexión, teniendo dicho nodo de usuario solicitante de conexión acoplarse con el nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión.

35 En otro ejemplo, el proceso además puede comprender los siguientes pasos:

40 (m) si el nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión es parte de dicha red de distribución y el nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión no tiene capacidad disponible para transmitir datos de contenido a dicho nodo de usuario solicitante de conexión, repetir los pasos (a)-(g), con el nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión que es dicho nodo de instrucción y una nueva lista de direcciones de conexión que es el producto de los pasos (a)-(g).

En otro ejemplo, el proceso además puede comprender los pasos de contar las veces que se realiza el paso (m) y, cuando se realiza el paso (m) un número de veces predeterminado, teniendo dicho nodo de usuario solicitante de conexión repetir los pasos (a)-(g) con dicho servidor primario que es el nodo de instrucción.

45 En otra realización se proporciona un proceso para acoplar un nodo de usuario solicitante de conexión con una red de distribución, dicho proceso que incluye los siguientes pasos:

(a) teniendo un nodo de instrucción recibir una petición de conexión desde dicho nodo de usuario solicitante de conexión;

(b) determinar si dicha capacidad de ancho de banda de nodo de usuario solicitante de conexión está por debajo de un umbral predeterminado (por ejemplo, dicho nodo de usuario solicitante de conexión es un nodo de ancho

de banda bajo) o al menos dicho umbral predeterminado (por ejemplo, dicho nodo de usuario solicitante de conexión es un nodo de ancho de banda alto);

(c) formar una base de datos de topología de nodo de instrucción que indica, en un punto en el tiempo:

5 (i) qué, en su caso, nodos de usuario están acoplados con dicho nodo de instrucción como nodos hijo; qué, en su caso, nodos de usuario están acoplados con cada uno de dichos nodos hijo como nodos nieto de dicho nodo de instrucción; qué, en su caso, nodos de usuario están acoplados con cada uno de dichos nodos nieto como nodos bisnieto de dicho nodo servidor; y así sucesivamente; y

(ii) las capacidades de ancho de banda respectivas de dichos nodos de usuario acoplados;

10 (d) si dicho nodo de usuario solicitante de conexión es un nodo de usuario de ancho de banda alto, seleccionar de un grupo de nodos que incluye el nodo de instrucción y dichos nodos de usuario acoplados un nodo padre recomendado para dicho nodo de usuario solicitante de conexión, en donde dicho nodo padre recomendado tiene capacidad disponible aparente para transmitir datos de contenido a dicho nodo de usuario solicitante de conexión y está al menos tan cerca (es decir, en términos de topología de red) de dicho nodo de instrucción como cualquier otro nodo de usuario acoplado que tiene capacidad disponible aparente para transmitir datos de contenido a dicho nodo de usuario solicitante de conexión;

15 (e) si dicho nodo de usuario solicitante de conexión es un nodo de usuario de ancho de banda bajo, seleccionar de un grupo de nodos que incluye el nodo de instrucción y dichos nodos de usuario acoplados un nodo padre recomendado para dicho nodo de usuario solicitante de conexión, en donde dicho nodo padre recomendado tiene capacidad disponible aparente para transmitir datos de contenido a dicho nodo de usuario solicitante de conexión y está al menos tan alejado (es decir, en términos de topología de red) de dicho nodo de instrucción como cualquier otro nodo de usuario acoplado que tiene capacidad disponible aparente para transmitir datos de contenido a dicho nodo de usuario solicitante de conexión; y

20 (f) proporcionar una lista de direcciones de conexión a dicho nodo de usuario solicitante de conexión, dicha lista de direcciones de conexión que enumera cada nodo en dicha base de datos de topología de nodo de instrucción desde dicho nodo padre recomendado de vuelta a dicho nodo de instrucción.

25 En un ejemplo, el paso (f) puede comprender además el siguiente paso: (i) si dicho nodo de instrucción no es un nodo servidor, incluir en dicha lista de direcciones de conexión una lista de nodos conectados unos con otros de manera en cascada desde el nodo de instrucción de vuelta a dicho nodo servidor.

30 En otra realización se proporciona un proceso para conectar un nodo de usuario solicitante de conexión a una red informática de distribución de información que tiene un nodo servidor primario y nodos de usuario acoplados con el mismo en una relación en cascada, dicho proceso que además comprende los siguientes pasos:

(a) dotar a dicho nodo de usuario solicitante de conexión con una lista de direcciones de conexión que expone una lista de nodos de usuario acoplados en serie unos con otros de vuelta a dicho servidor primario;

35 (b) teniendo dicho nodo de usuario solicitante de conexión ir a (o intentar ir a) el nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión;

(c) teniendo dicho nodo de usuario solicitante de conexión determinar si el nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión es parte de la red de distribución;

40 (d) si el nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión no es parte de la red de distribución, borrar tal nodo de dicha lista de direcciones de conexión y repetir los pasos (b) y (c) con respecto al próximo nodo en la parte superior de la lista de direcciones de conexión; y

(e) si el nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión es parte de dicha red de distribución, teniendo dicho nodo de usuario solicitante de conexión acoplarse con el nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión.

45 En otra realización se proporciona un proceso para conectar un nodo de usuario solicitante de conexión a una red informática de distribución de información que tiene un nodo servidor primario y nodos de usuario acoplados con el mismo en una relación en cascada, dicho proceso que además comprende los siguientes pasos:

(a) dotar a dicho nodo de usuario solicitante de conexión con una lista de direcciones de conexión que expone una lista de nodos de usuario acoplados en serie unos con otros de vuelta a dicho servidor primario;

50 (b) teniendo dicho nodo de usuario solicitante de conexión ir a (o intentar ir a) el nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión;

(c) teniendo dicho nodo de usuario solicitante de conexión determinar si el nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión es parte de la red de distribución;

(d) si el nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión no es parte de la red de distribución, borrar tal nodo de la lista de direcciones de conexión y repetir los pasos (b) y (c) con respecto al próximo nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión;

5 (e) si el nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión es parte de dicha red de distribución, determinar si el nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión tiene capacidad disponible para transmitir datos de conexión a dicho nodo de usuario solicitante de conexión; y

10 (f) si el nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión es parte de dicha red de distribución y tiene capacidad disponible para transmitir datos de contenido a dicho nodo de usuario solicitante de conexión, teniendo dicho nodo de usuario solicitante de conexión acoplarse con el nodo en la parte superior de dicha lista de direcciones de conexión.

15 En otra realización relativa a una red informática de distribución de información que comprende un nodo servidor primario y nodos de usuario acoplados con el mismo en una relación en cascada, en donde cada nodo de usuario puede tener no más de un número máximo predeterminado de nodos hijo acoplados con él, se proporciona un proceso para reconfigurar la red en el caso de una salida del nodo de usuario de la misma, dicho proceso que incluye los siguientes pasos:

(a) proporcionar información en un punto en el tiempo a un nodo en la red de distribución como sigue:

20 (i) la clasificación de propagación del nodo si es un nodo de usuario que tiene un nodo padre que es un nodo de usuario, en donde una clasificación de propagación es una de un número predeterminado de grados que oscilan desde el más alto al segundo más alto al tercer más alto y así sucesivamente, con el número de grados que es igual a dicho número máximo predeterminado;

(ii) una lista de antecesores que expone las direcciones de los nodos antecesores del nodo (si tiene algún nodo antecesor) de vuelta al nodo servidor primario, con el nodo padre del nodo que es la cima de la lista de antecesores;

25 (iii) una lista de hermanos de las direcciones de nodos hermanos del nodo (si tiene algún nodo hermano) y sus clasificaciones de propagación respectivas (cabe señalar que en otro ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), los nodos pueden no tener datos acerca de su hermano (es decir, los nodos no saben quién es su hermano); en su lugar, el mecanismo usado para obtener un nodo rojo para conectar con su hermano verde puede ser para el padre de esos dos nodos (o un intermediario para ese padre) enviar al hijo rojo: (1) un camino de conexión con ese hermano verde del hijo rojo en la parte superior del camino; y (2) un comando para "unión con prioridad" a ese hijo verde – cuando el nodo hijo verde acepta la petición de conexión de "unión con prioridad" entrante desde su hermano rojo anterior, el nodo verde echará a su propio hijo rojo (si tal hijo existe) dando instrucciones a ese hijo rojo para unirse como un hijo de su propio hermano verde (estas acciones causarán una reacción en cadena de reconfiguraciones que estarán en cascada hasta que se alcance el borde del árbol)); y

30

35 (iv) una lista de hijos de las direcciones de nodos hijo del nodo (si tiene algún nodo hijo) y sus clasificaciones de propagación respectivas;

(b) teniendo un primer nodo enviar una señal de propagación a cada nodo hijo anterior de un nodo que salió, en donde dicho primer nodo es un antecesor de dicho nodo hijo anterior de dicho nodo que salió;

40 (c) con respecto a cada nodo hijo que recibe la señal de propagación que no tenía la más alta clasificación de propagación anterior a su recepción de la señal de propagación (en lo sucesivo referido como "nodo rojo"), tras su recepción de la señal de propagación:

(i) ajustar la clasificación de propagación del nodo rojo al siguiente grado más alto por encima de la clasificación de propagación de ese nodo rojo antes de que se reciba la señal de propagación;

45 (ii) teniendo el nodo rojo desacoplarse de su nodo padre (si estaba acoplado con su nodo padre antes de que recibiese la señal de propagación); y

(iii) teniendo el nodo rojo acoplarse con su nodo hermano que tenía la más alta clasificación de propagación anterior a la recepción del nodo rojo de la señal de propagación;

50 (d) con respecto a cada nodo hijo que recibió la señal de propagación que tenía la más alta clasificación de propagación anterior a su recepción de una señal de propagación (en lo sucesivo referido como un "nodo verde"), tras su recepción de la señal de propagación:

(i) ajustar la clasificación de propagación de ese nodo verde al grado más bajo;

(ii) teniendo el nodo verde retransmitir la señal de propagación a sus nodos hijo (si tiene alguno); y



(iii) determinar si el nodo verde está acoplado con el nodo desde el cual el nodo verde recibió la señal de propagación y si es así, teniendo el nodo verde permanecer acoplado con dicho nodo desde el cual el nodo verde recibió la señal de propagación y si no es así, teniendo el nodo verde acoplarse con dicho nodo desde el cual el nodo verde recibió la señal de propagación; y

5 (e) repetir los pasos (c) y (d) con respecto a cada nodo de usuario que recibe una señal de propagación retransmitida;

En otra realización relativa a una red informática de distribución de información que comprende un nodo servidor primario y nodos de usuario acoplados con el mismo en una relación en cascada, en donde cada nodo de usuario puede tener no más de un número máximo predeterminado de nodos hijo acoplados con él, se proporciona un proceso para reconfigurar la red en el caso de una salida del nodo de usuario de la misma, dicho proceso que incluye los siguientes pasos:

- 10 (a) proporcionar información en un punto en el tiempo a un nodo en la red de distribución como sigue:
- 15 (i) la clasificación de propagación del nodo si es un nodo de usuario que tiene un nodo padre que es un nodo de usuario, en donde una clasificación de propagación es una de un número predeterminado de grados que oscilan desde el más alto al segundo más alto al tercer más alto y así sucesivamente, con el número de grados que es igual a dicho número máximo predeterminado;
- 20 (ii) una lista de antecesores que expone direcciones de los nodos antecesores del nodo (si tiene algún nodo antecesor) de vuelta al nodo servidor primario, con el nodo padre del nodo que es la cima de la lista de antecesores;
- 25 (iii) una lista de hermanos de las direcciones de nodos hermano del nodo (si tiene algún nodo hermano) y sus clasificaciones de propagación respectivas; y
- (iv) una lista de hijos de las direcciones de nodos hijo del nodo (si tiene algún nodo hijo) y sus clasificaciones de propagación respectivas;
- (b) teniendo un primer nodo enviar una señal de propagación a cada nodo hijo anterior de un nodo que salió, en donde dicho primer nodo es un antecesor de dicho nodo hijo anterior de dicho nodo que salió;
- (c) con respecto a cada nodo hijo que recibe la señal de propagación que no tenía la más alta clasificación de propagación anterior a su recepción de la señal de propagación (en lo sucesivo referido como "nodo rojo"), tras su recepción de la señal de propagación:
- 30 (i) ajustar la clasificación de propagación del nodo rojo al siguiente grado más alto por encima de la clasificación de propagación de ese nodo rojo antes de que recibiese la señal de propagación;
- (ii) teniendo el nodo rojo desacoplarse de su nodo padre (si estaba acoplado con su nodo padre antes de que recibiese la señal de propagación);
- 35 (iii) concebir una primera lista de direcciones de conexión que comprende la dirección del nodo hermano del nodo rojo que tenía la más alta clasificación de propagación anterior a la recepción del nodo rojo de la señal de propagación seguida por la lista de antecesores del nodo rojo;
- (iv) teniendo dicho nodo rojo ir a (o intentar ir a) el nodo en la parte superior de dicha primera lista de direcciones de conexión;
- (v) teniendo dicho nodo rojo determinar si el nodo en la parte superior de dicha primera lista de direcciones de conexión es parte de la red de distribución;
- 40 (vi) si el nodo en la parte superior de dicha primera lista de direcciones de conexión no es parte de la red de distribución, borrar tal nodo de dicha primera lista de direcciones de conexión y repetir los pasos (c) (iv) y (c) (v) con respecto al próximo nodo en la parte superior de dicha primera lista de direcciones de conexión;
- 45 (vii) si el nodo en la parte superior de dicha primera lista de direcciones de conexión es parte de dicha red de distribución, determinar si el nodo en la parte superior de dicha primera lista de direcciones de conexión tiene capacidad disponible para transmitir datos de contenido a dicho nodo rojo; y
- 50 (viii) si el nodo en la parte superior de dicha primera lista de direcciones de conexión es parte de dicha red de distribución y tiene capacidad disponible para transmitir datos de contenido a dicho nodo rojo, teniendo dicho nodo rojo acoplarse con el nodo en la parte superior de dicha primera lista de direcciones de conexión (con respecto a estos pasos (vii) y (viii), en otro ejemplo (cuyo ejemplo se pretende que sea ilustrativo y no restrictivo), cuando un nodo rojo conecta con un nodo verde como parte de un evento de reconfiguración de red, no importa si hay "capacidad disponible" o no para el nodo verde para aceptar a su hermano rojo entrante – el nodo verde no tiene elección excepto aceptar el nodo (estas acciones se facilitan en este

ejemplo por el nodo rojo que emite una “unión con prioridad” al nodo verde; si el nodo verde no tiene “capacidad disponible” tiene que echar a su propio hijo rojo para hacer espacio para el nodo verde entrante));

5 (d) con respecto a cada nodo hijo que recibe la señal de propagación que tenía la más alta clasificación de propagación anterior a su recepción de una señal de propagación (en lo sucesivo referido como un “nodo verde”), tras su recepción de la señal de propagación:

(i) ajustar la clasificación de propagación de ese nodo verde al grado más bajo;

(ii) teniendo el nodo verde retransmitir la señal de propagación a sus nodos hijo (si tiene alguno);

10 (iii) determinar si el nodo verde está acoplado con el nodo desde el cual el nodo verde recibió la señal de propagación y si es así, teniendo el nodo verde permanecer acoplado con dicho nodo desde el cual el nodo verde recibió la señal de propagación y, si no es así, concebir una segunda lista de direcciones de conexión que comienza con dicho nodo desde el cual el nodo verde recibió la señal de propagación y seguido por esa parte de dicha lista de antecesores del nodo verde que se extiende de vuelta al servidor primario desde dicho nodo desde el cual el nodo verde recibió la señal de propagación;

15 (iv) teniendo dicho nodo verde ir a (o intentar ir a) el nodo en la parte superior de dicha segunda lista de direcciones de conexión;

(v) teniendo dicho nodo verde determinar si el nodo en la parte superior de dicha segunda lista de direcciones de conexión es parte de la red de distribución;

20 (vi) si el nodo en la parte superior de dicha segunda lista de direcciones de conexión no es parte de la red de distribución, borrar tal nodo de dicha segunda lista de direcciones de conexión y repetir los pasos (d) (iv) y (d) (v) con respecto al próximo nodo en la parte superior de dicha segunda lista de direcciones de conexión;

(vii) si el nodo en la parte superior de dicha segunda lista de direcciones de conexión es parte de dicha red de distribución, determinar si dicho nodo en la parte superior de dicha segunda lista de direcciones de conexión tiene capacidad disponible para transmitir datos de contenido a dicho nodo verde; y

25 (viii) si el nodo en la parte superior de dicha segunda lista de direcciones de conexión es parte de dicha red de distribución y tiene capacidad disponible para transmitir datos de contenido a dicho nodo verde, teniendo dicho nodo verde acoplarse con el nodo en la parte superior de dicha segunda lista de direcciones de conexión; y

(e) repetir los pasos (c) y (d) con respecto a cada nodo de usuario que recibe una señal de propagación retransmitida.

30 En un ejemplo, el paso (c) (iii) puede incluir el siguiente paso adicional: (1) esperar un periodo de tiempo predeterminado para permitir al hermano del nodo rojo con la más alta clasificación de propagación anterior a la recepción del nodo rojo de la señal de propagación (en lo sucesivo el “nodo verde”) retransmitir la señal de propagación a los nodos hijo del nodo verde (en su caso).

35 En otra realización relativa a una red informática de distribución de información que comprende un nodo de instrucción que tiene un primer nodo de usuario acoplado con dicho nodo de instrucción para recibir datos de contenido desde el mismo y un segundo nodo de usuario acoplado con dicho primer nodo de usuario para recibir datos de contenido desde el mismo, se proporciona un proceso para manejar una interrupción de comunicación pretendida entre dicho primer nodo de usuario y dicho segundo nodo de usuario, dicho proceso que incluye los siguientes pasos:

40 (a) teniendo dicho nodo de instrucción recibir una primera denuncia acerca de dicho primer nodo de usuario desde dicho segundo nodo de usuario;

45 (b) si el segundo nodo de usuario es el único nodo de usuario acoplado con dicho primer nodo de usuario en un punto en el tiempo, si dicho nodo de instrucción recibe otra denuncia acerca del primer nodo de usuario desde otro nodo de usuario dentro de un periodo de tiempo predeterminado desde cuando dicho nodo de instrucción recibió dicha primera denuncia o si dicho nodo de instrucción experimenta un problema de comunicación entre él y dicho primer nodo de usuario durante dicho periodo de tiempo predeterminado: (i) desconectar dicho primer nodo de usuario de dicho nodo de instrucción; y

50 (c) si dicho nodo de instrucción no ha experimentado un problema de comunicación entre él y dicho primer nodo de usuario durante dicho periodo de tiempo predeterminado y si una pluralidad de nodos de usuario están acoplados con dicho primer nodo de usuario en dicho punto en el tiempo y dicho nodo de instrucción no ha recibido otra denuncia acerca de dicho nodo de usuario desde un nodo de usuario distinto de dicho segundo nodo de usuario dentro de un periodo de tiempo predeterminado: (i) desconectar dicho segundo nodo de usuario de dicho primer nodo de usuario.

En un ejemplo, el paso (b) puede incluir el siguiente paso: (ii) enviar una señal a los nodos de usuario acoplados con dicho primer nodo de usuario indicando la salida de dicho primer nodo de usuario de dicha red.

En otro ejemplo, cada nodo de usuario puede tener no más de un número máximo predeterminado de nodos hijo acoplados con él y en donde el paso (b) puede incluir los siguientes pasos

- 5 (ii) proporcionar información en dicho punto en el tiempo a cada uno de dicho segundo nodo de usuario, los otros nodos de usuario que se han acoplado con dicho primer nodo de usuario (en su caso) y al menos uno de cualquier nodo de usuario conectado de manera en cascada en la red de distribución bajo dicho primer nodo de usuario anterior a ser desconectado de dicho primer nodo de usuario desde dicho nodo de instrucción (en su caso) como sigue:
- 10 (1) la clasificación de propagación del nodo, en donde una clasificación de propagación es una de un número de grados predeterminados que oscilan desde el más alto al segundo más alto al tercer más alto y así sucesivamente, con el número de grados que es igual a dicho número máximo predeterminado;
- 15 (2) una lista de antecesores que expone las direcciones de los nodos antecesores del nodo (si tiene algún nodo antecesor) de vuelta al nodo de instrucción, con el nodo padre del nodo que es la cima de la lista de antecesores;
- (3) una lista de hermanos de las direcciones de los nodos hermano del nodo (si tiene algún nodo hermano) y sus clasificaciones de propagación respectivas; y
- (4) una lista de hijos de las direcciones de los nodos hijo del nodo (si tiene algún nodo hijo) y sus clasificaciones de propagación respectivas;
- 20 (iii) teniendo dicho nodo de instrucción enviar una señal de propagación a cada uno de dicho segundo nodo de usuario y los otros nodos de usuario que se habían acoplado con dicho primer nodo de usuario (en su caso);
- (iv) con respecto a cada nodo de usuario que recibe la señal de propagación que no tenía la más alta clasificación de propagación anterior a su recepción de la señal de propagación (en lo sucesivo referido como "nodo rojo"), tras su recepción de la señal de propagación:
- 25 (1) ajustar la clasificación de propagación del nodo rojo al grado siguiente más alto por encima de la clasificación de propagación de ese nodo rojo antes de que recibiese la señal de propagación;
- (2) teniendo el nodo rojo desacoplarse de su nodo padre (si estaba acoplado con su nodo padre antes de que recibiese la señal de propagación); y
- 30 (3) teniendo el nodo rojo acoplarse con su nodo hermano que tenía la más alta clasificación de propagación anterior a recibir del nodo rojo la señal de propagación;
- (v) con respecto a cada nodo de usuario que recibe la señal de propagación que tenía la más alta clasificación de propagación anterior a su recepción de una señal de propagación (en lo sucesivo referido como un "nodo verde"), tras su recepción de la señal de propagación:
- (1) ajustar la clasificación de propagación de ese nodo verde al grado más bajo;
- 35 (2) teniendo el nodo verde retransmitir la señal de propagación a sus nodos hijo (si tiene alguno); y
- (3) determinar si el nodo verde está acoplado con el nodo desde el cual el nodo verde recibió la señal de propagación y si es así, teniendo el nodo verde permanecer acoplado con dicho nodo desde el cual el nodo verde recibió la señal de propagación y si no es así, teniendo dicho nodo verde acoplarse con dicho nodo desde el cual el nodo verde recibió la señal de propagación; y
- 40 (vi) repetir los pasos (iv) y (v) con respecto a cada nodo de usuario que recibe una señal de propagación retransmitida.

En otra realización se proporciona una red de distribución para la distribución de datos de contenido desde un nodo servidor a nodos de usuario, en donde dichos nodos de usuario están conectados a dicho servidor y entre sí en una relación en cascada, en donde:

- 45 (a) al menos uno de dichos nodos de usuario es un nodo repetidor conectado directamente a dicho nodo servidor, en donde dicho nodo repetidor retransmite datos de contenido recibidos por él a un nodo de usuario acoplado con él con el propósito de recibir datos de contenido desde dicho nodo repetidor (en lo sucesivo referido como un "nodo hijo"); y
- 50 (b) en donde cada nodo repetidor tiene la capacidad de proporcionar a un nodo de usuario que está intentando acoplarse con dicho nodo repetidor instrucciones de direcciones de conexión.

En un ejemplo, cada nodo repetidor puede incluir una base de datos de descendientes que indica:

(i) qué nodos hijo, en su caso, en un punto en el tiempo, están acoplados con él para recibir datos de contenido desde dicho nodo repetidor y

5 (ii) qué nodos de usuario, en su caso, en un punto en el tiempo, están supuestamente acoplados con cada uno de dichos nodos hijo.

En otro ejemplo, las instrucciones de direcciones de conexión pueden referirse a dicho nodo de usuario que está intentando acoplarse con dicho nodo repetidor a un nodo en dicha base de datos de descendientes.

10 En otro ejemplo, cada nodo de usuario puede incluir una base de datos de antecesores que indica a qué nodo está acoplado dicho nodo de usuario de manera que dicho nodo de usuario pueda recibir datos de contenido desde el mismo (en lo sucesivo referido como un "nodo padre") y a qué nodo, en su caso, en dicho punto en el tiempo, está acoplado dicho nodo padre de manera que pueda recibir datos de contenido desde el mismo.

En otro ejemplo, si dicho nodo padre de dicho nodo de usuario sale de dicha red de distribución, dicho nodo de usuario puede contactar con otro nodo en su base de datos de antecesores.

15 En otro ejemplo, cada nodo hijo de un nodo repetidor puede incluir una base de datos de hermanos que indica qué nodos de usuario, en su caso, son también nodos hijo de dicho nodo repetidor.

20 En otra realización se proporciona una red de distribución para la distribución de datos de contenido desde un nodo servidor a nodos de usuario, en donde n niveles de nodos de usuario están conectados de manera en cascada a dicho nodo servidor, en donde n es un número mayor que uno, en donde cada nodo de usuario incluye un retardo que hace que la reproducción de los datos de contenido por tal nodo sea retardada un periodo de tiempo (en lo sucesivo "tiempo de retardo") desde un punto en el tiempo y en donde los retardos en nodos de nivel más alto crean mayores tiempos de retardo que lo hacen los retardos en nodos de nivel más bajo.

25 En otra realización se proporciona una red de distribución para la distribución de datos de contenido desde un nodo servidor a nodos de usuario, en donde n niveles de nodos de usuario están conectados de manera en cascada a dicho nodo servidor, en donde n es un número mayor que uno, en donde cada nodo de usuario incluye un retardo que hace que la reproducción de los datos de contenido por tal nodo sea retardada un periodo de tiempo (en lo sucesivo "tiempo de retardo") desde un punto en el tiempo, en donde x es un número a partir de y que incluye 2 hasta y que incluye n y en donde los retardos en nodos de nivel (x-1) crean mayores tiempos de retardo que lo hacen los retardos en nodos de nivel x.

30 En un ejemplo, dicho punto en el tiempo es un evento experimentado aproximadamente simultáneamente por sustancialmente todos los nodos de usuario.

En otro ejemplo, dicho punto en el tiempo es cuando dicho nodo recibe datos de contenido.

35 Mientras que se han descrito un número de realizaciones y ejemplos de la presente invención, se entiende que estas realizaciones y ejemplos son solamente ilustrativos y no restrictivos y que pueden llegar a ser evidentes muchas modificaciones por los expertos en la técnica. Por ejemplo, se puede usar cualquier factor de rama deseado (ver, por ejemplo, la FIG. 42A que muestra un factor de rama de 1 (es decir, cada nodo padre puede tener solamente un nodo hijo); la FIG. 42B que muestra un factor de rama de 2 (es decir, cada nodo padre puede tener uno o dos nodos hijos); y la FIG. 42C que muestra un factor de rama de 3 (es decir, cada nodo padre puede tener uno, dos o tres nodos hijos)). Por supuesto, se pueden usar otros factores de rama (por ejemplo, 4, 5, 6, etc.) y, como se trató anteriormente, la red de distribución puede ser una red híbrida que utiliza subárboles que tienen diferentes factores de rama). Más aún, se puede determinar una Clasificación de Utilidad modificada como sigue: Clasificación de Utilidad = Tiempo (de conexión) x Clasificación de Ancho de Banda. Más aún, un ID de nodo se puede basar en: (a) una dirección IP (externa/interna/DHCP); (b) un URL; y/o (c) un Puerto. Más aún, el servidor raíz puede propagar "su" tiempo tras la asignación de una conexión y el nodo de usuario puede obtener una "delta" (es decir, diferencia) de su reloj a usar (en el caso de un reajuste el nodo de usuario puede volver a adquirir el tiempo desde el servidor (o desde otra fuente de suministro de tiempo)). Más aún, los diversos intervalos de tiempo tratados en la presente memoria pueden ser intervalos de tiempo predeterminados (por ejemplo, 5 seg., 1 seg., 1 min.) y/o los intervalos de tiempo se pueden basar en algunos criterios variables (por ejemplo, flujo de datos en la red, número de nodos en la red, número de niveles en la red, posición de un nodo dado en la red). Más aún, se puede permitir propagación parcial de datos (por ejemplo, datos de antecesores y/o datos de descendientes) desde uno o más nodos. Más aún (como se trató anteriormente), se pueden omitir uno o más de los pasos descritos en la presente memoria (y los diversos pasos que se realizan pueden no ser necesarios ser llevados a cabo necesariamente en el orden descrito en la presente memoria (cuya descripción se pretendió que representase un número de ejemplos y no sea restrictiva). Más aún, el servidor raíz y cada uno de los nodos de usuario pueden utilizar esencialmente software idéntico para llevar a cabo las operaciones configuración de la red, reconfiguración y transferencia de datos descritas en la presente memoria o el servidor raíz puede tener software de servidor dedicado mientras que los nodos de usuario tienen software de nodo de usuario dedicado, diferente. Más aún, la red de distribución entera (por ejemplo, el servidor raíz y todos los nodos de usuario) pueden tener el mismo factor de rama (por ejemplo, un factor

de rama de 2) o los nodos de usuario pueden tener un primer factor de rama (por ejemplo, un factor de rama de 2) y el servidor raíz puede tener un segundo factor de rama (por ejemplo, el servidor raíz puede ser capaz de actuar como un padre para más nodos de usuario que 2). Más aún, se puede emplear heurística para accionar la configuración de red, la reconfiguración y/o el flujo de datos (por ejemplo, en base a la configuración de red histórica, reconfiguración y/o flujo de datos).

5

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para reconfigurar una red de topología de árbol binario tras la salida de un nodo que sale (X), la red que incluye una pluralidad de nodos (P, Q, X, A, B), incluyendo un nodo raíz, operativamente interconectados entre sí para proporcionar un camino de comunicación árbol abajo para los datos, la red configurada en donde un nodo que sale (X) se acopla árbol abajo de y con un nodo padre (P) y árbol arriba de y con un primer nodo hijo (A) y un segundo nodo hijo (B) y en donde el primer nodo hijo (A) se acopla árbol abajo de y con un primer nodo nieto y un segundo nodo nieto y en donde el nodo que sale (X), el nodo padre (P), el primer nodo hijo (A), el segundo nodo hijo (B), el primer nodo nieto y el segundo nodo nieto son cada uno de la pluralidad de nodos, el método de reconfiguración de la red con los pasos de:
- 5            enviar un mensaje de registro desde el primer nodo hijo (A) al nodo padre (P), el mensaje de registro que solicita que el nodo padre (P) se acople árbol arriba de y con el primer nodo hijo (A);
- responder al mensaje de registro enviando una aceptación de registro desde el nodo padre (P) al primer nodo hijo (A), acoplando de esta manera el nodo padre (P) árbol arriba de y con el primer nodo hijo (A);
- el método que está caracterizado por los pasos de
- 15           enviar un mensaje de unión con prioridad desde el segundo nodo hijo (B) al primer nodo hijo (A), el mensaje de unión con prioridad que solicita que el primer nodo hijo se acople árbol arriba de y con el segundo nodo hijo (B);
- enviar un mensaje de propagación de desconexión desde el primer nodo hijo (A) al segundo nodo nieto al recibir un mensaje de unión con prioridad desde el segundo nodo hijo (B); y
- 20           responder al mensaje de unión con prioridad enviando una aceptación de unión desde el primer nodo hijo (A) al segundo nodo hijo (B), acoplando de esta manera el primer nodo hijo (A) árbol arriba de y con el segundo nodo hijo (B),
- por lo cual la red se reconfigura para no incluir ya el nodo que sale (X).
2. El método según la reivindicación 1, que además comprende el paso de determinar la salida de la red de un nodo que sale (X).
- 25           3. El método según la reivindicación 2, en donde el paso de enviar un mensaje de registro se realiza en respuesta a un paso de determinación de la salida de la red de un nodo que sale (X).
4. El método según la reivindicación 1, en donde el nodo que sale (X) envía un mensaje de salida al primer nodo hijo (A) que indica la salida de la red del nodo que sale (X).
- 30           5. El método según la reivindicación 4, en donde el paso de enviar un mensaje de registro se realiza en respuesta al primer nodo hijo (A) que recibe un mensaje de salida desde el nodo que sale (X).
6. El método según la reivindicación 1, en donde el nodo que sale (X) envía un mensaje de salida que indica su salida de la red a al menos uno de la pluralidad de nodos seleccionados del grupo de: el primer nodo hijo (A), el segundo nodo hijo (B) o el nodo padre.
- 35           7. El método según la reivindicación 1, en donde el nodo que sale (X) envía un mensaje de salida al primer nodo hijo (A), el segundo nodo hijo (B) y el nodo padre.
8. El método según la reivindicación 7, en donde el paso de enviar un mensaje de registro se realiza en respuesta al primer nodo hijo (A) que recibe un mensaje de salida desde el nodo que sale (X).
9. El método según la reivindicación 1, en donde el primer nodo nieto se acopla árbol arriba de y con un primer nodo adicional y un segundo nodo adicional, el método que además comprende los pasos de:
- 40           enviar un mensaje de unión con prioridad desde el segundo nodo nieto al primer nodo nieto, el mensaje de unión con prioridad que solicita que el primer nodo nieto se acople árbol arriba de y con el segundo nodo nieto;
- enviar un mensaje de propagación de desconexión desde el primer nodo nieto al segundo nodo adicional al recibir un mensaje de unión con prioridad desde el segundo nodo nieto; y
- responder al mensaje de unión con prioridad enviando una aceptación de unión desde el primer nodo nieto al segundo nodo nieto, acoplando de esta manera el primer nodo nieto árbol arriba de y con el segundo nodo nieto.
- 45           10. El método según la reivindicación 9, en donde una pluralidad de nodos árbol abajo del primer nodo nieto se acoplan árbol arriba de y con dos nodos árbol abajo adicionales, el método que además comprende los pasos de:
- enviar un mensaje de unión con prioridad desde un nodo que recibe un mensaje de propagación de desconexión para el hermano anterior del nodo, el mensaje de unión con prioridad que solicita que el hermano anterior se

acople árbol arriba de y con el nodo que envía el mensaje de unión con prioridad; enviar un mensaje de propagación de desconexión desde un nodo que recibe un mensaje de unión con prioridad a un hijo de tal nodo si el nodo que recibe un mensaje de unión con prioridad se acopla árbol arriba de y con dos nodos;

5 responder al mensaje de unión con prioridad enviando una aceptación de unión desde el nodo que recibe el mensaje de unión con prioridad al nodo que envía el mensaje de unión con prioridad, acoplando de esta manera el nodo que recibe el mensaje de unión con prioridad árbol arriba de y con el nodo que envía el mensaje de unión con prioridad; por lo cual se reconfigura la red.

11. El método según la reivindicación 1, que además comprende los pasos de:

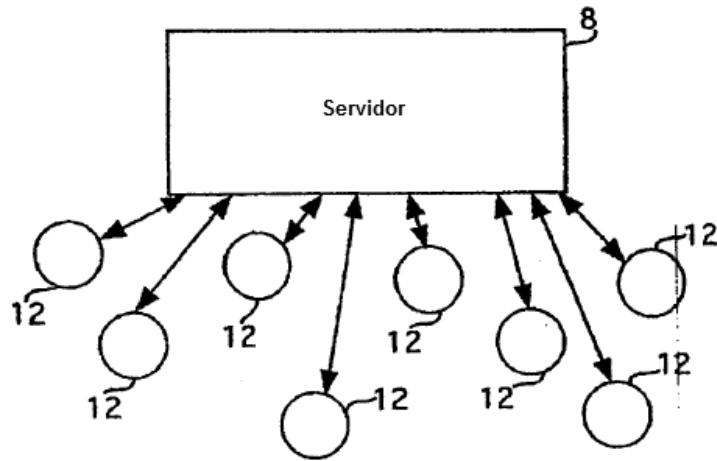
monitorizar el comportamiento de al menos dos nodos hermano acoplados aguas abajo del nodo padre,

10 designar uno de los al menos dos nodos hermano como el primer nodo hijo (A) en base al comportamiento monitorizado y

designar el otro de los al menos dos nodos hermano como el segundo nodo hijo (B).

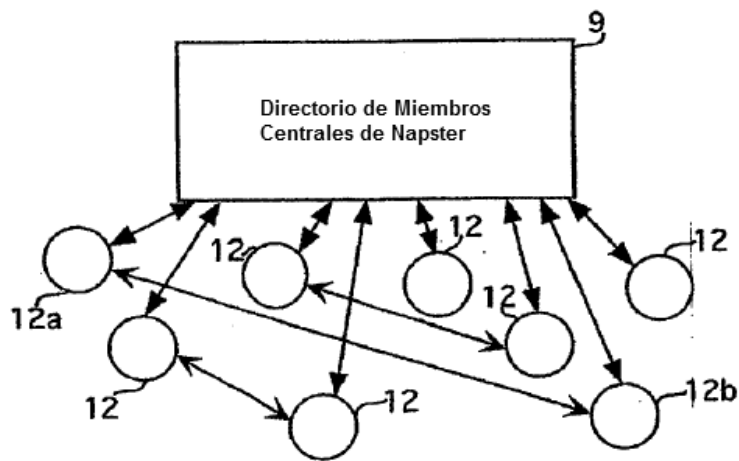
12. El método según la reivindicación 11, en donde el comportamiento monitorizado comprende un ancho de banda en un enlace entre el padre y al menos uno de los dos nodos hermano acoplados aguas abajo del nodo padre.

15 13. El método según la reivindicación 11, en donde el comportamiento monitorizado comprende un flujo máximo por encima de un periodo de tiempo en un enlace entre el padre y al menos uno de los dos nodos hermano acoplados aguas abajo del nodo padre.



TÉCNICA ANTERIOR

**Fig. 1**



TÉCNICA ANTERIOR

**Fig. 2**



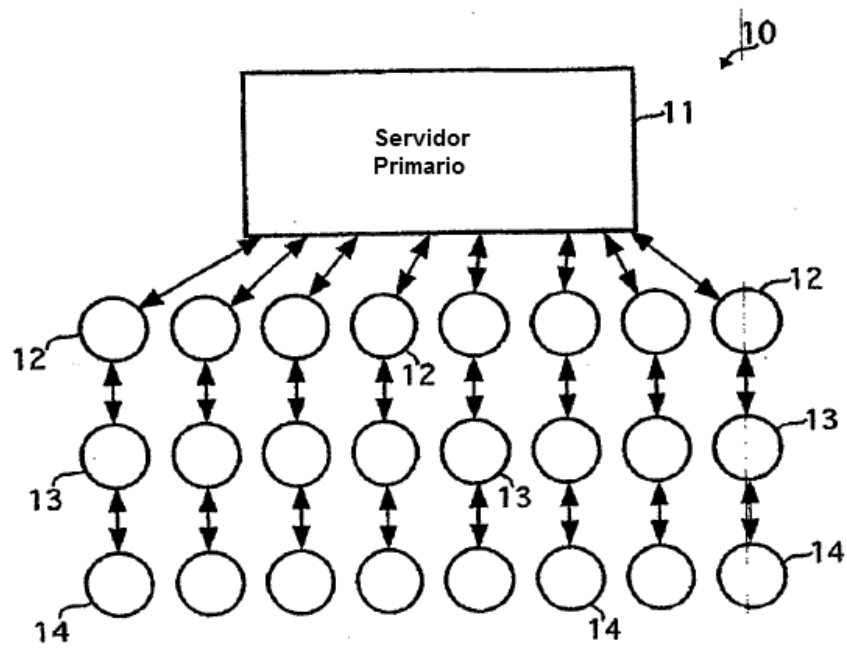


Fig. 3

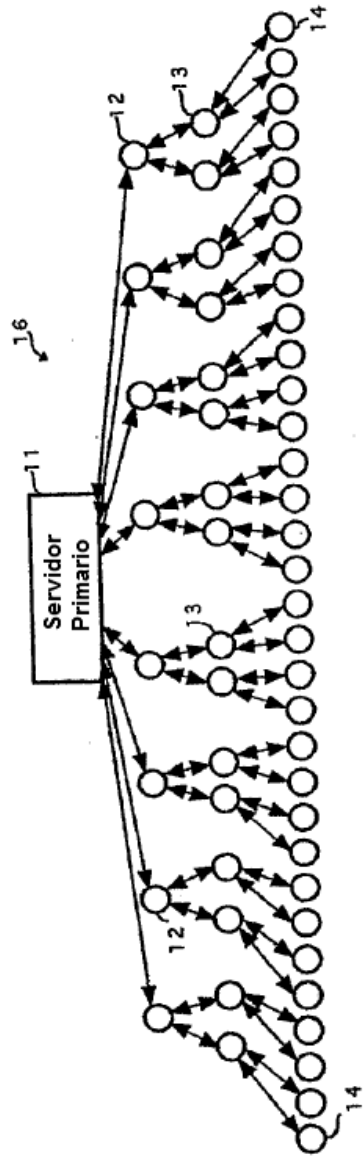


Fig. 4

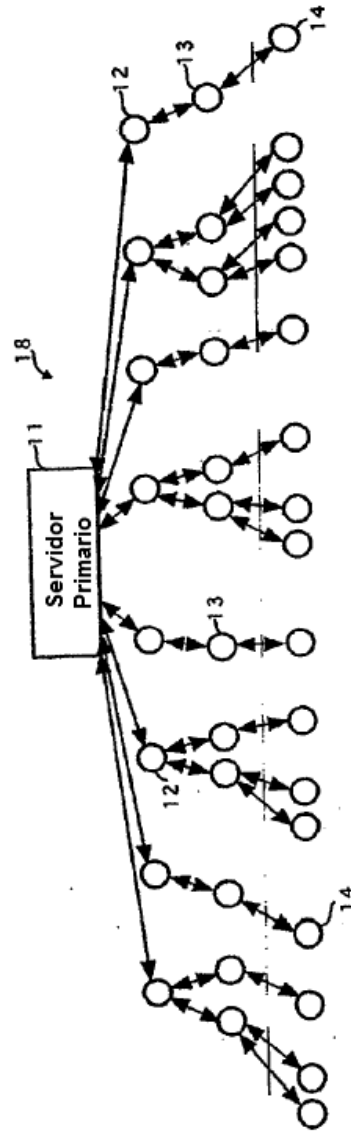


Fig. 5

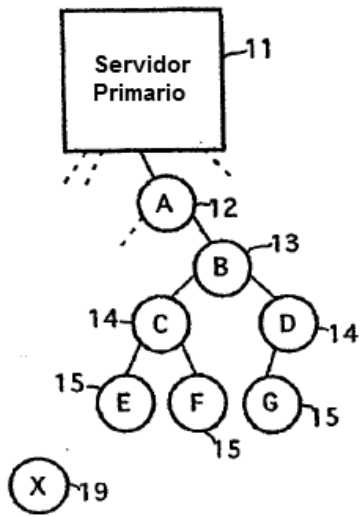


Fig. 6

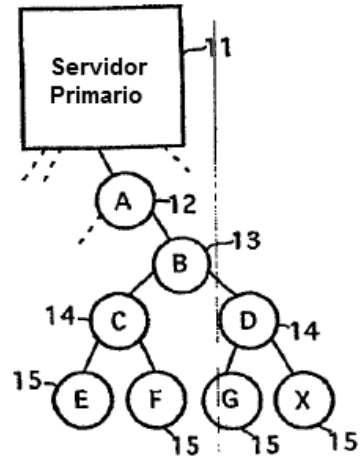


Fig. 7

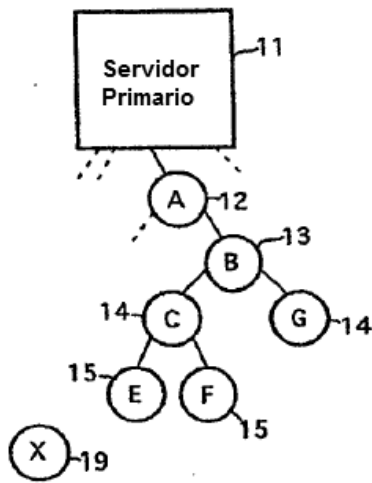


Fig. 8

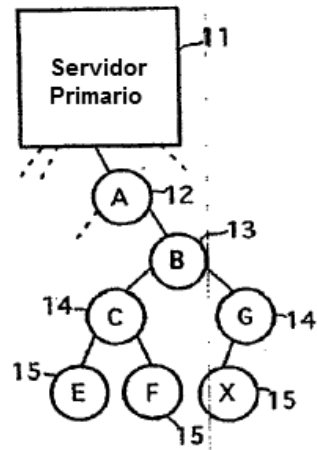


Fig. 9

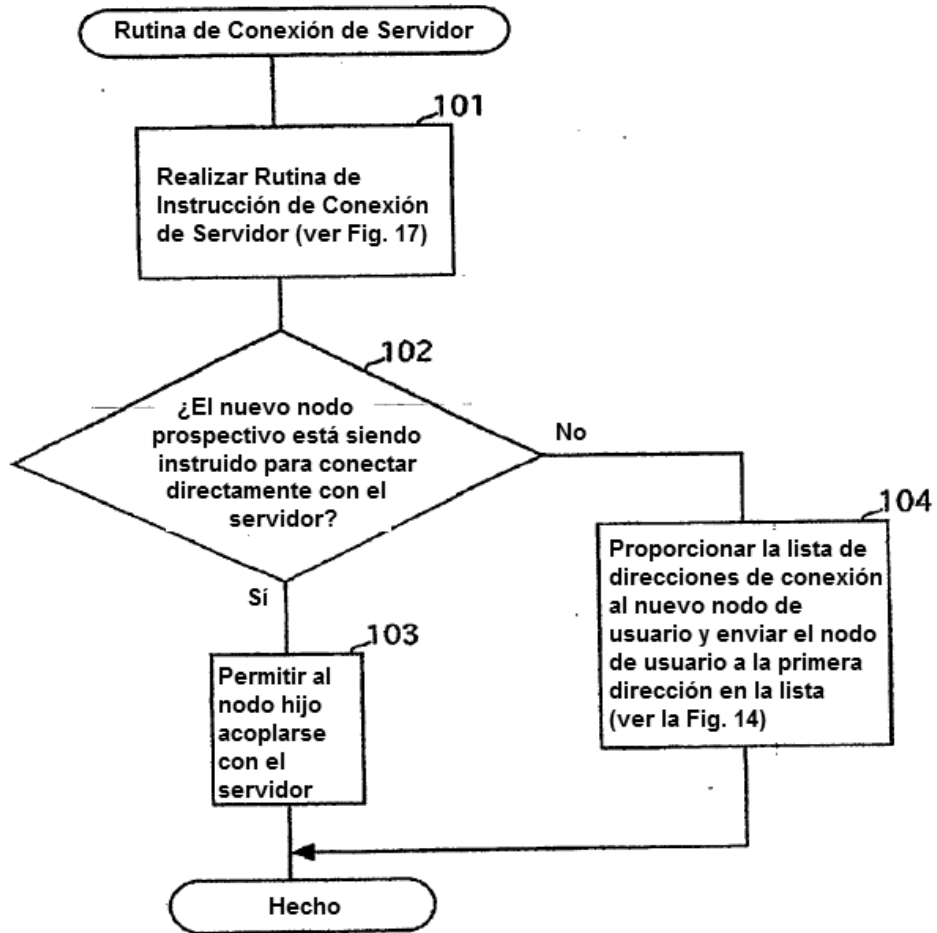


Fig. 10

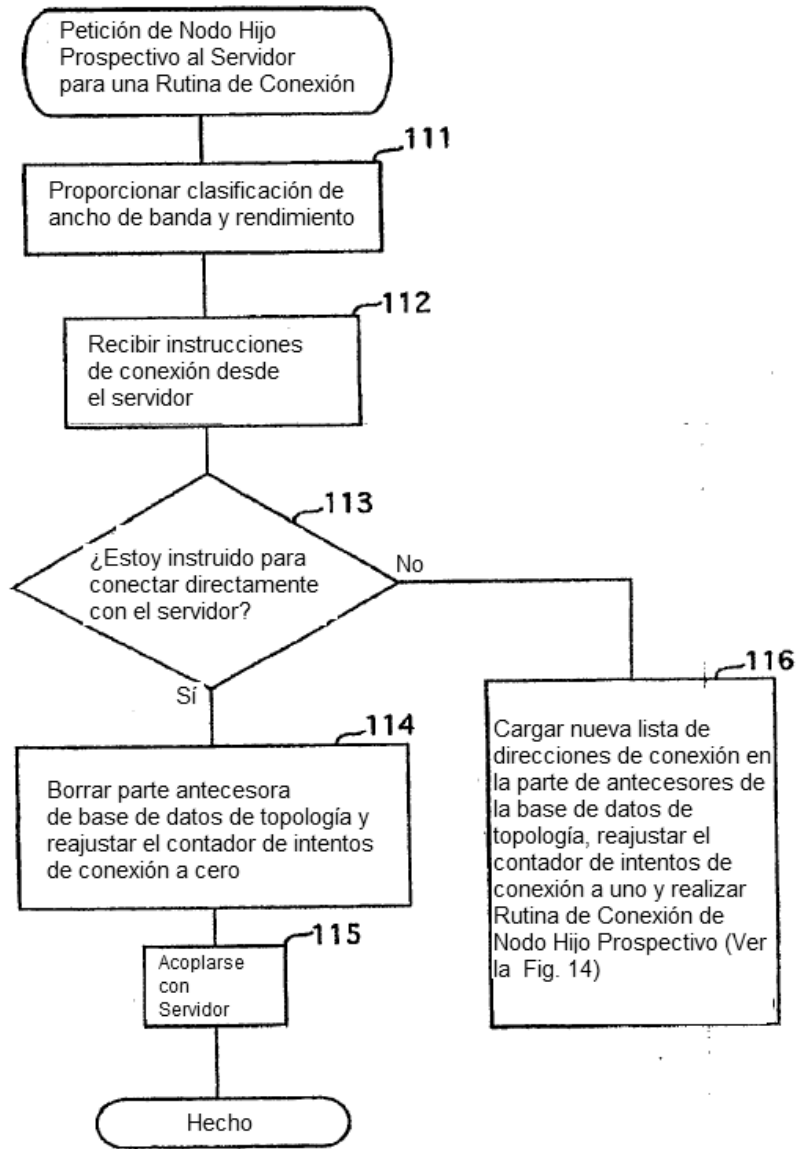


Fig. 11

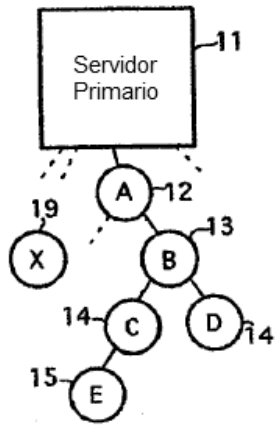


Fig. 12A

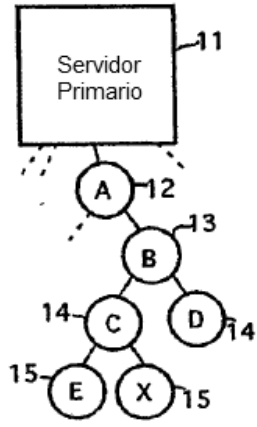


Fig. 12B

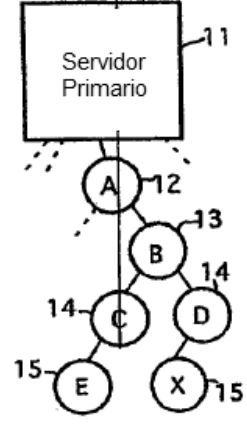


Fig. 12C

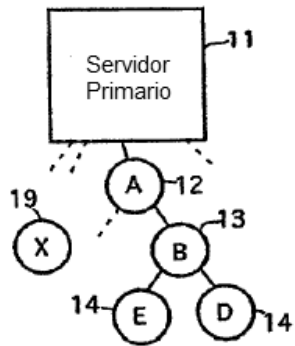


Fig. 12D

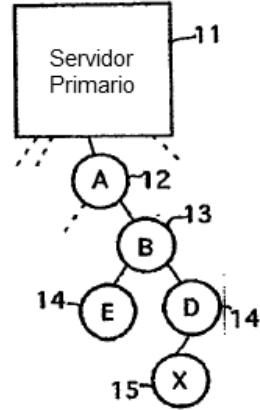


Fig. 12E

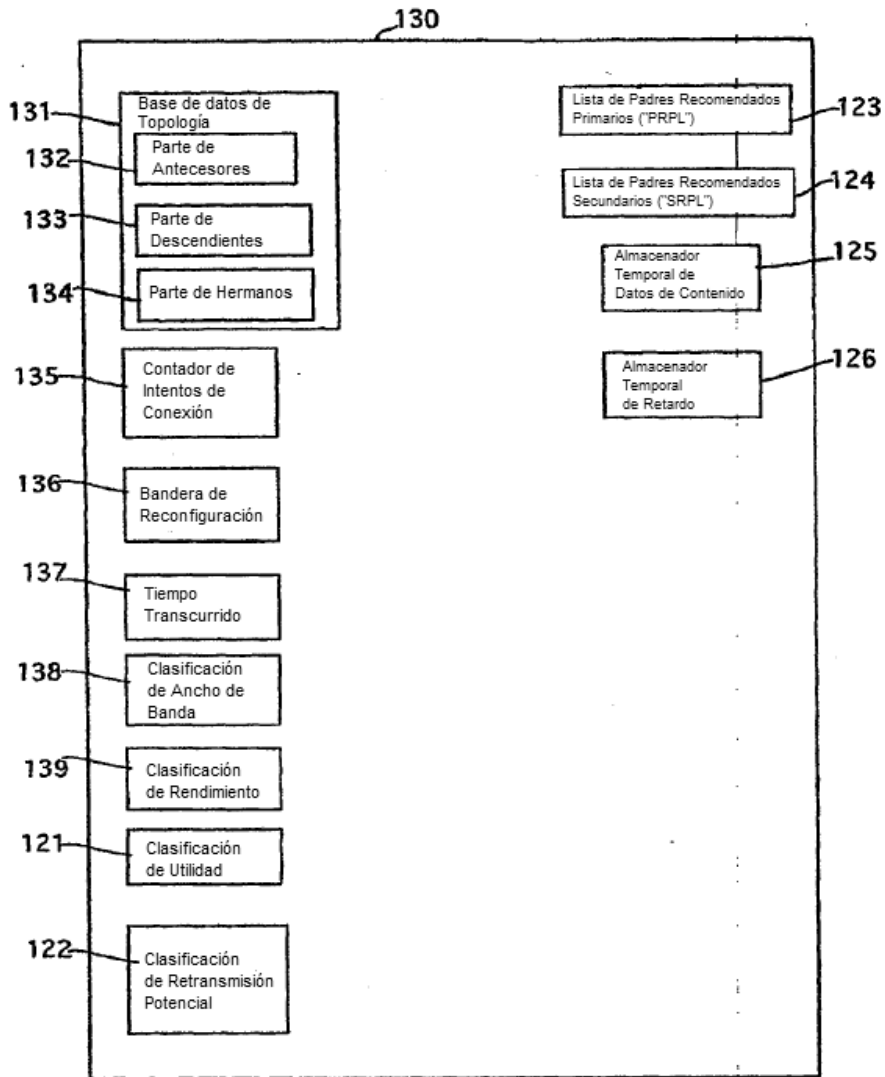


Fig. 13

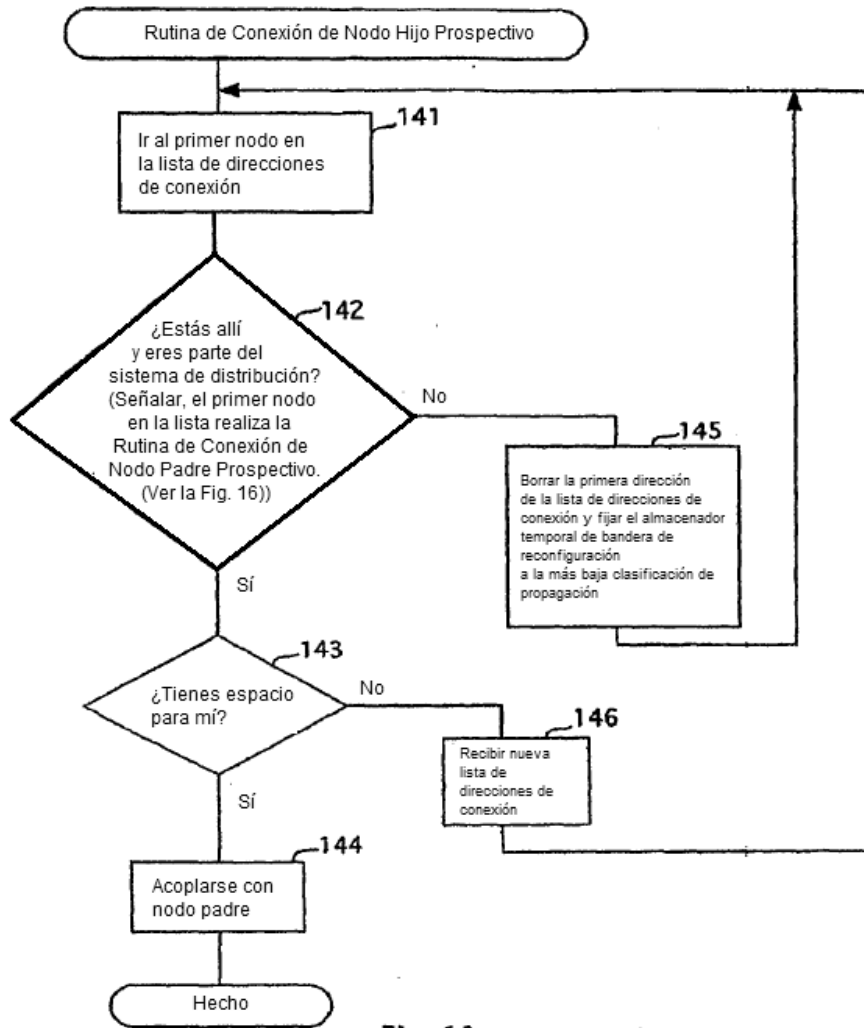


Fig. 14



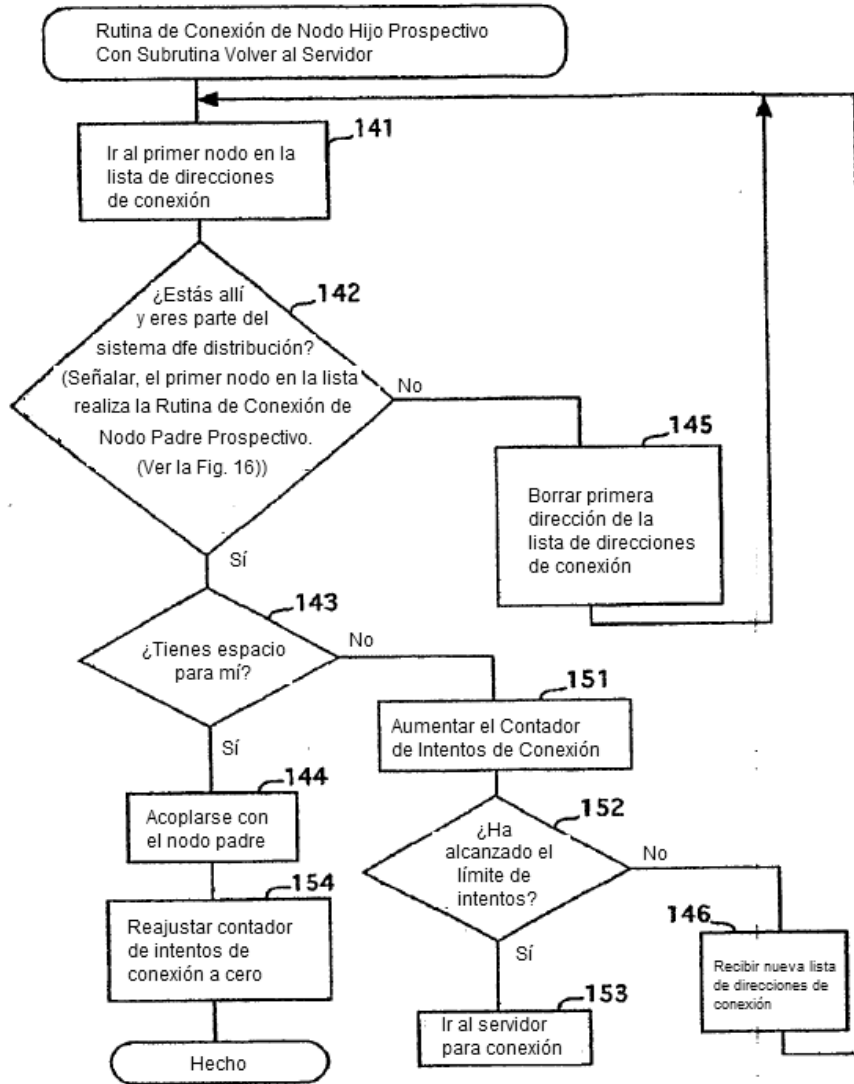


Fig. 15

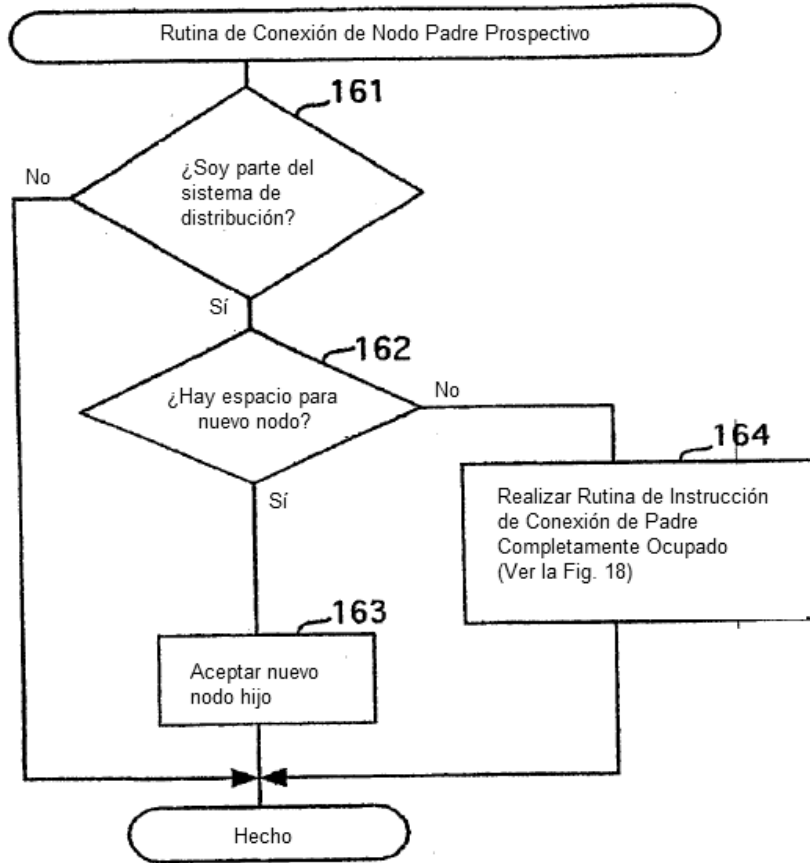


Fig. 16

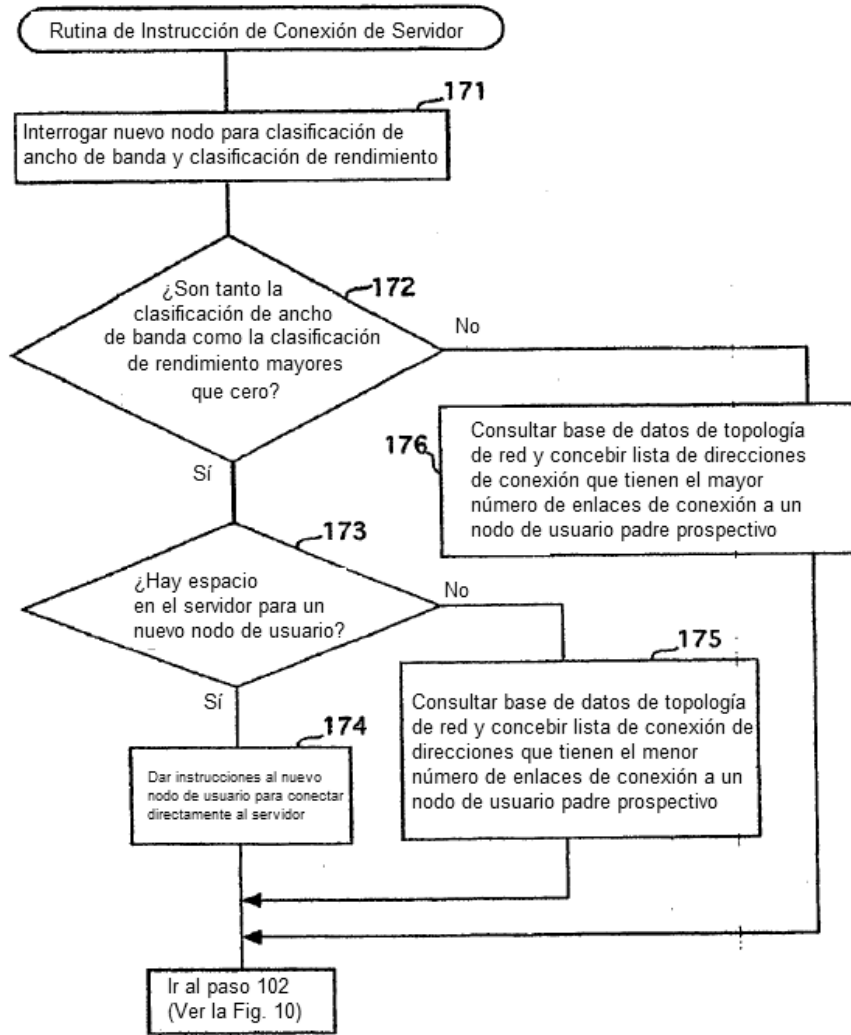


Fig. 17

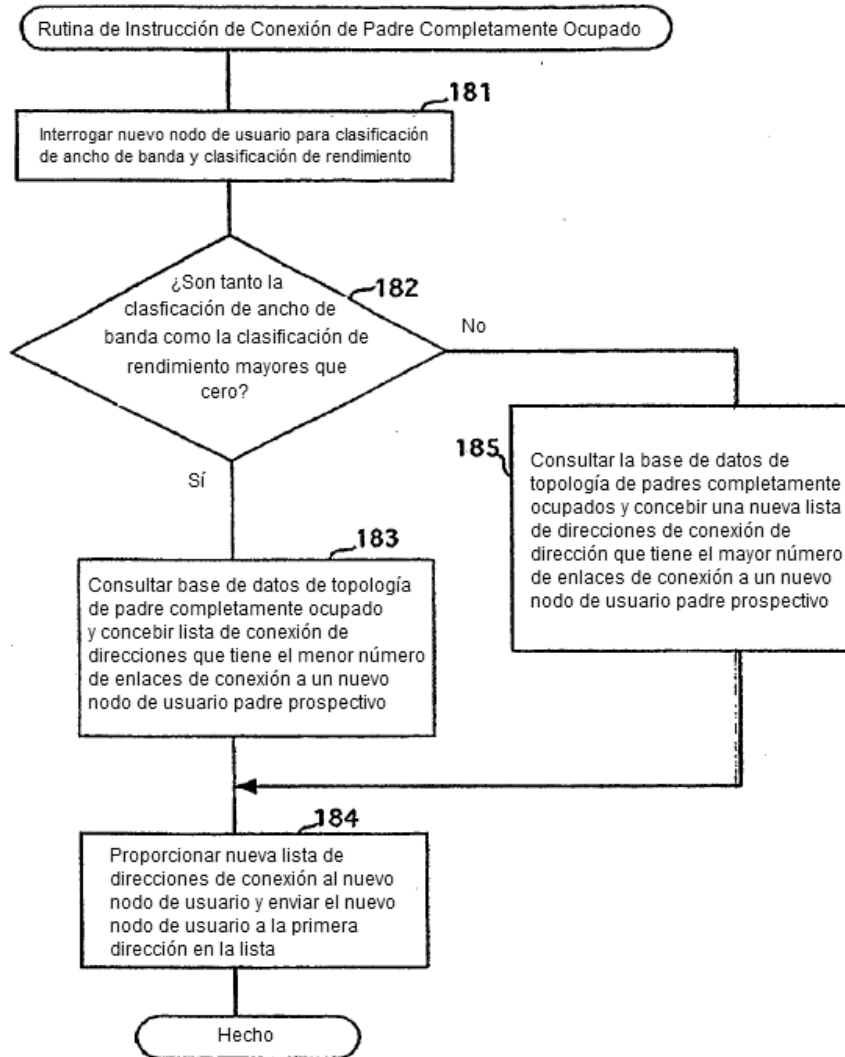
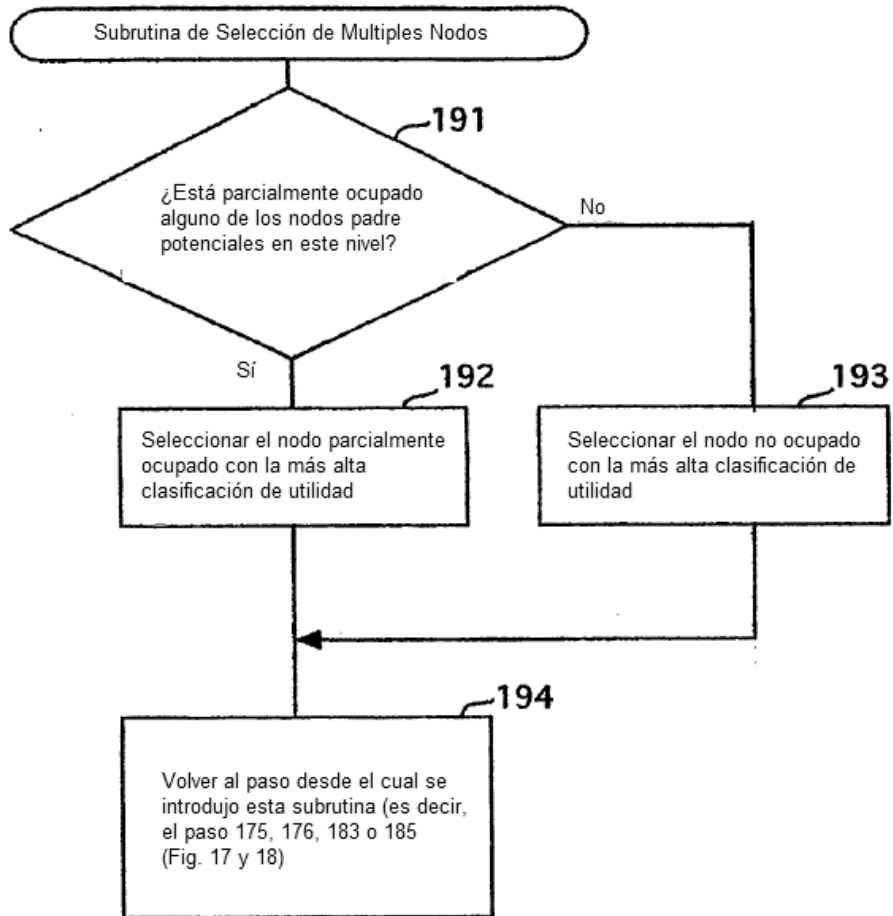


Fig. 18



**Fig. 19**

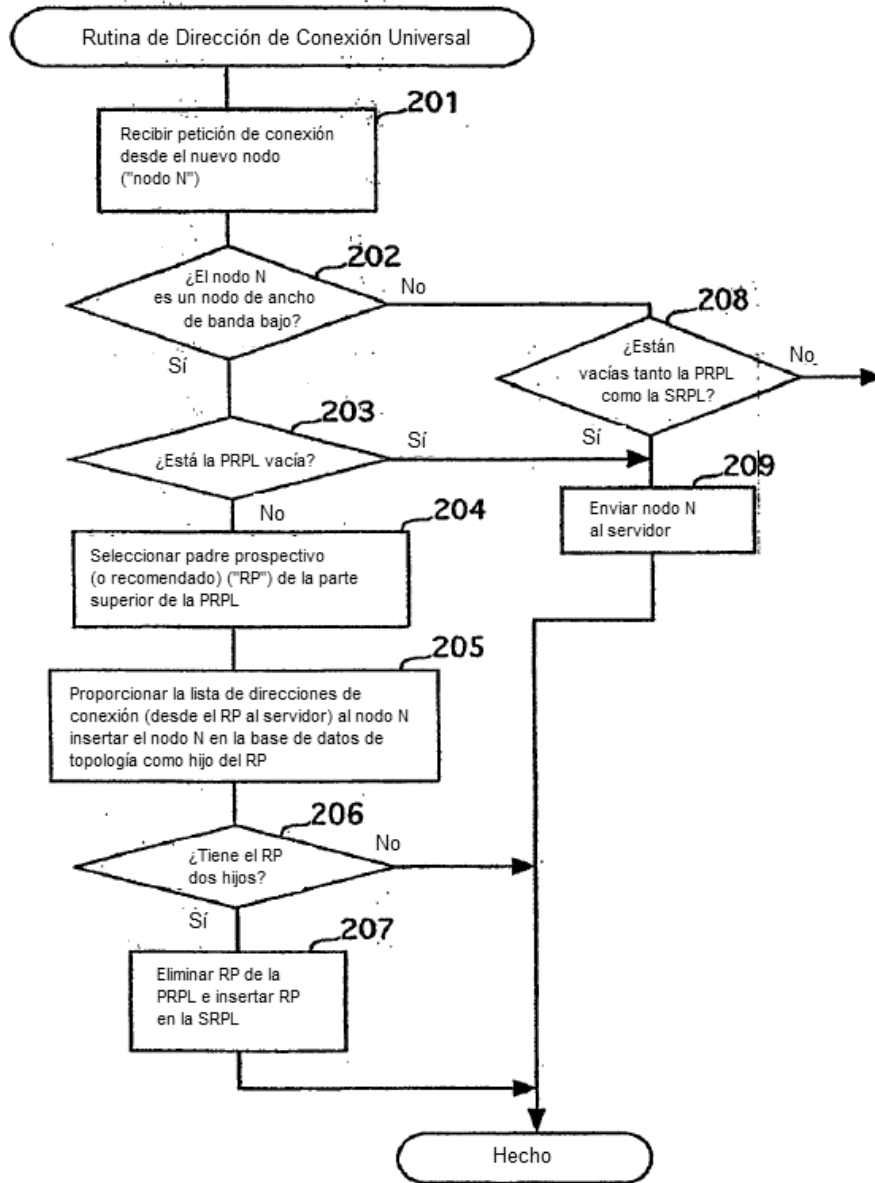


Fig. 20A

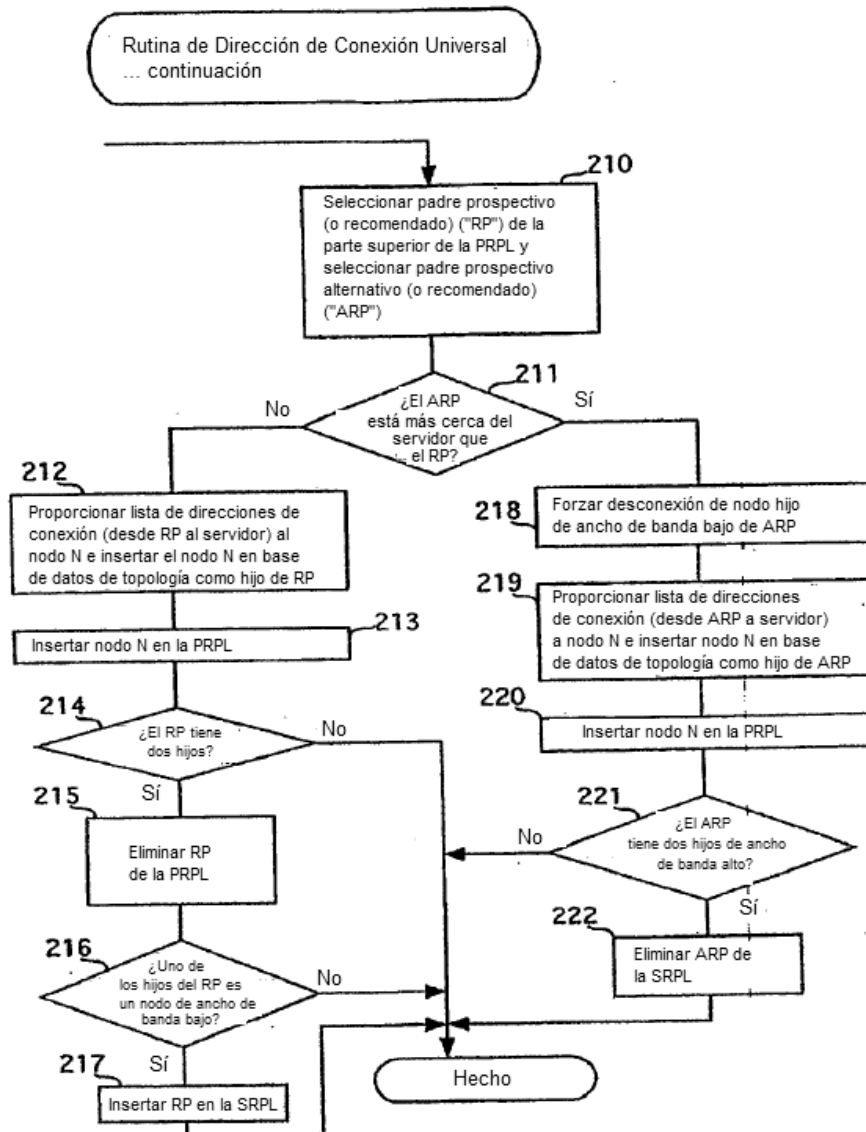


Fig. 20B

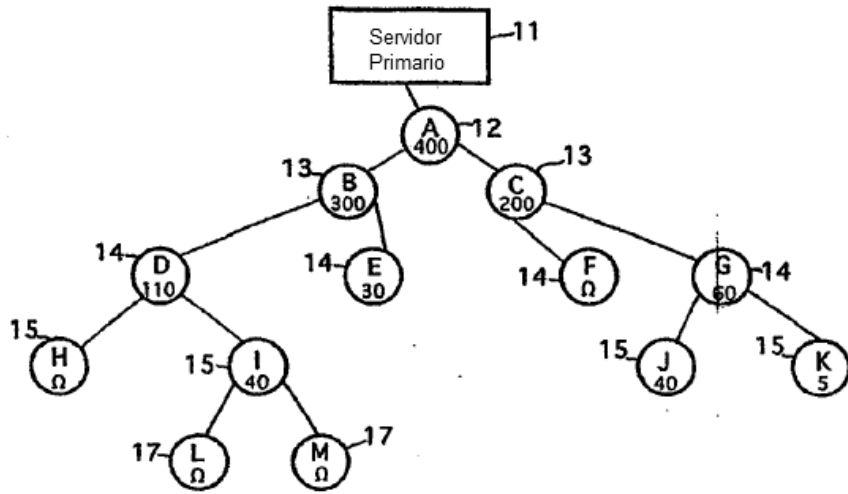


Fig. 21

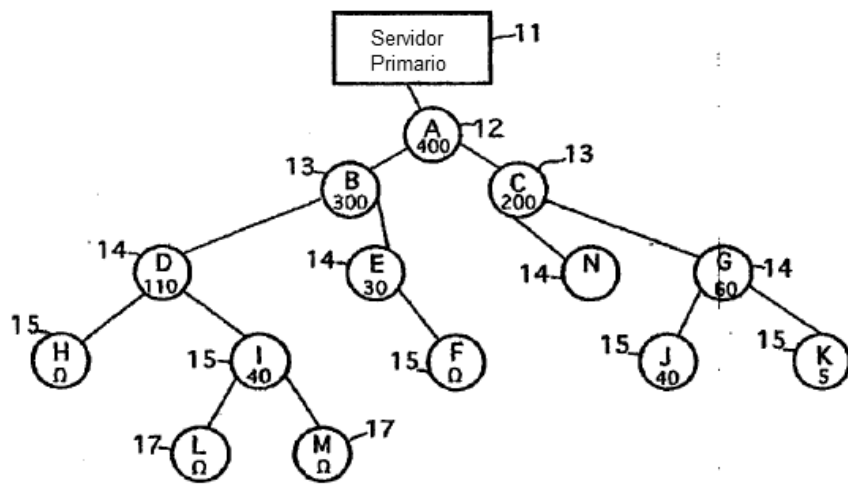
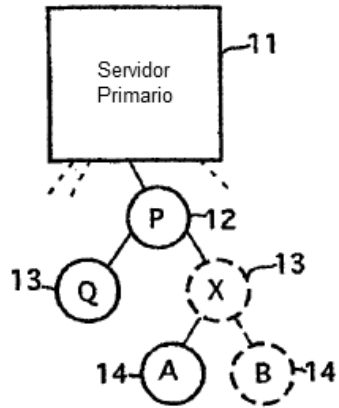
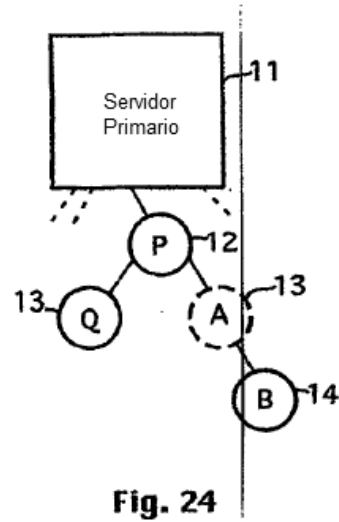


Fig. 22

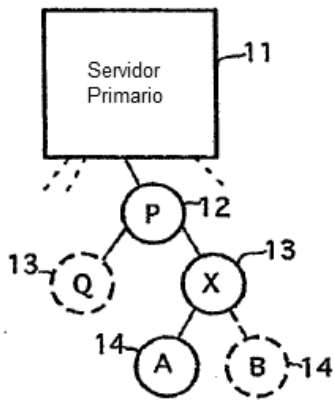




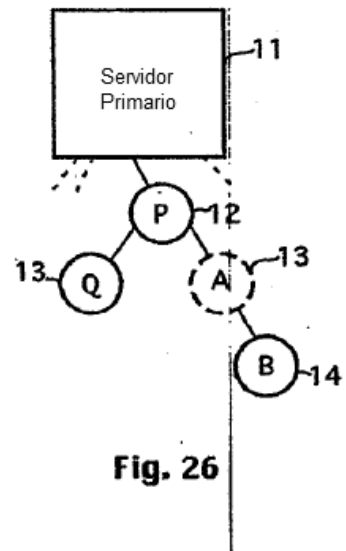
**Fig. 23**



**Fig. 24**



**Fig. 25**



**Fig. 26**

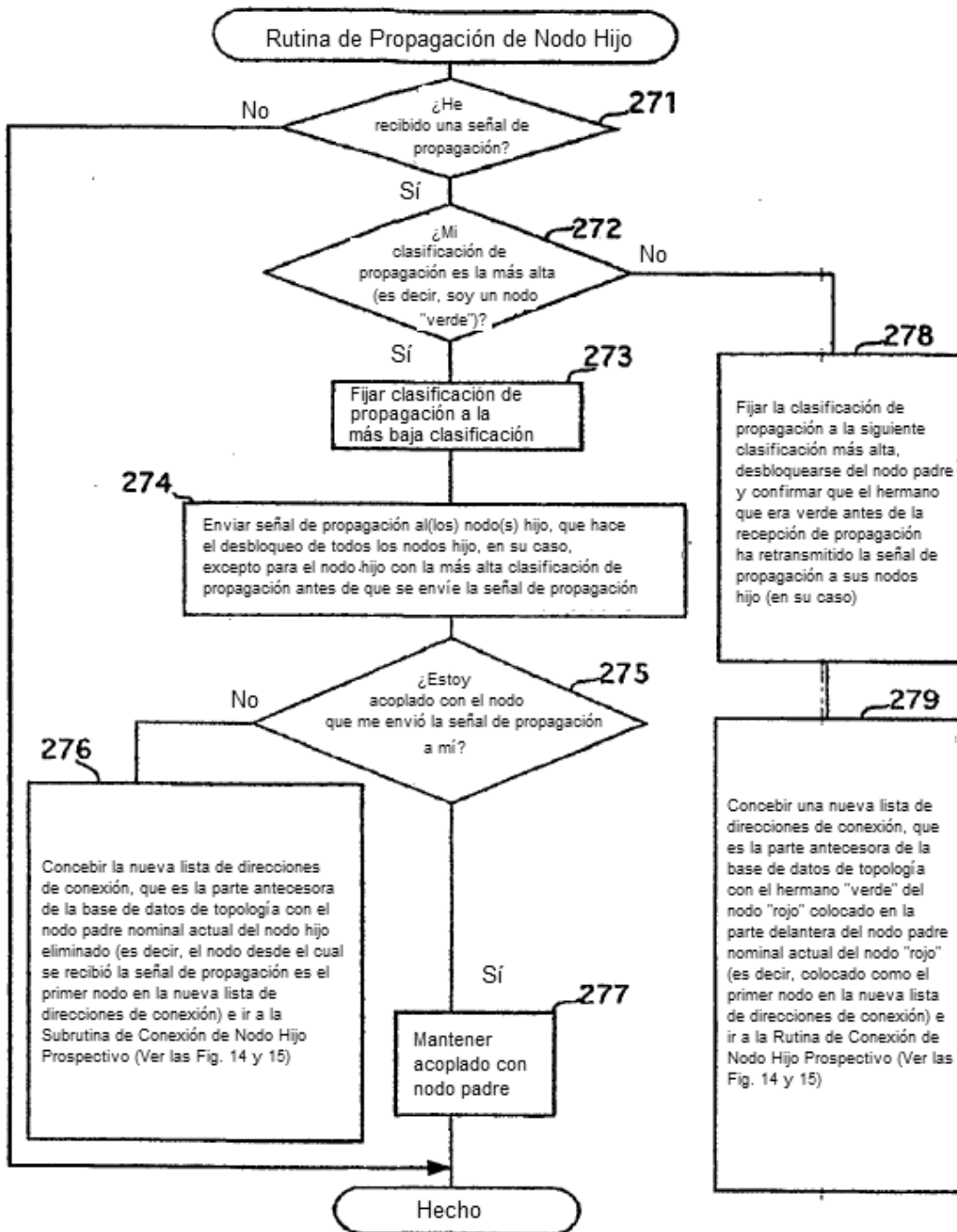


Fig. 27

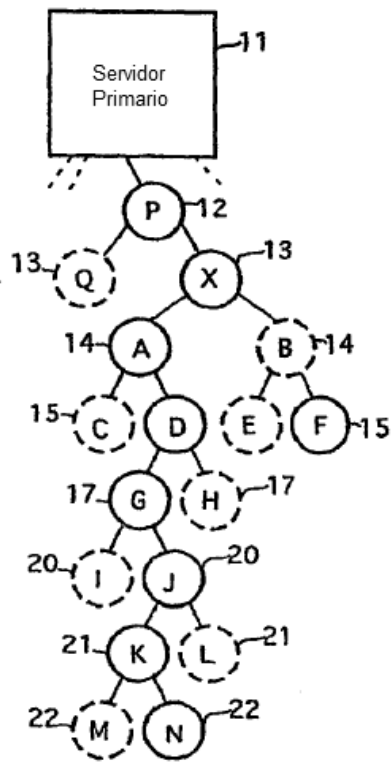


Fig. 28

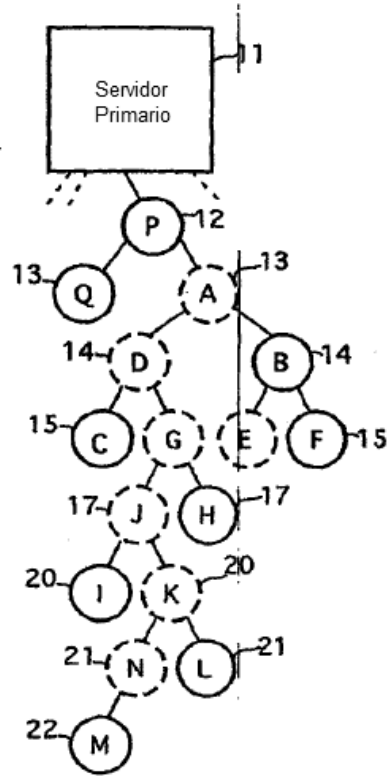
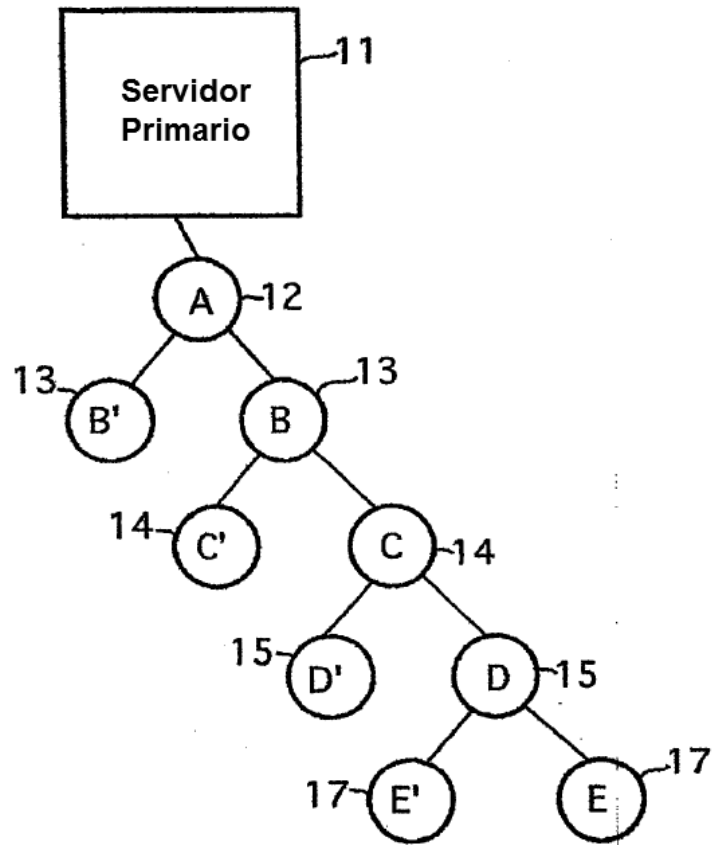


Fig. 29



**Fig. 30**

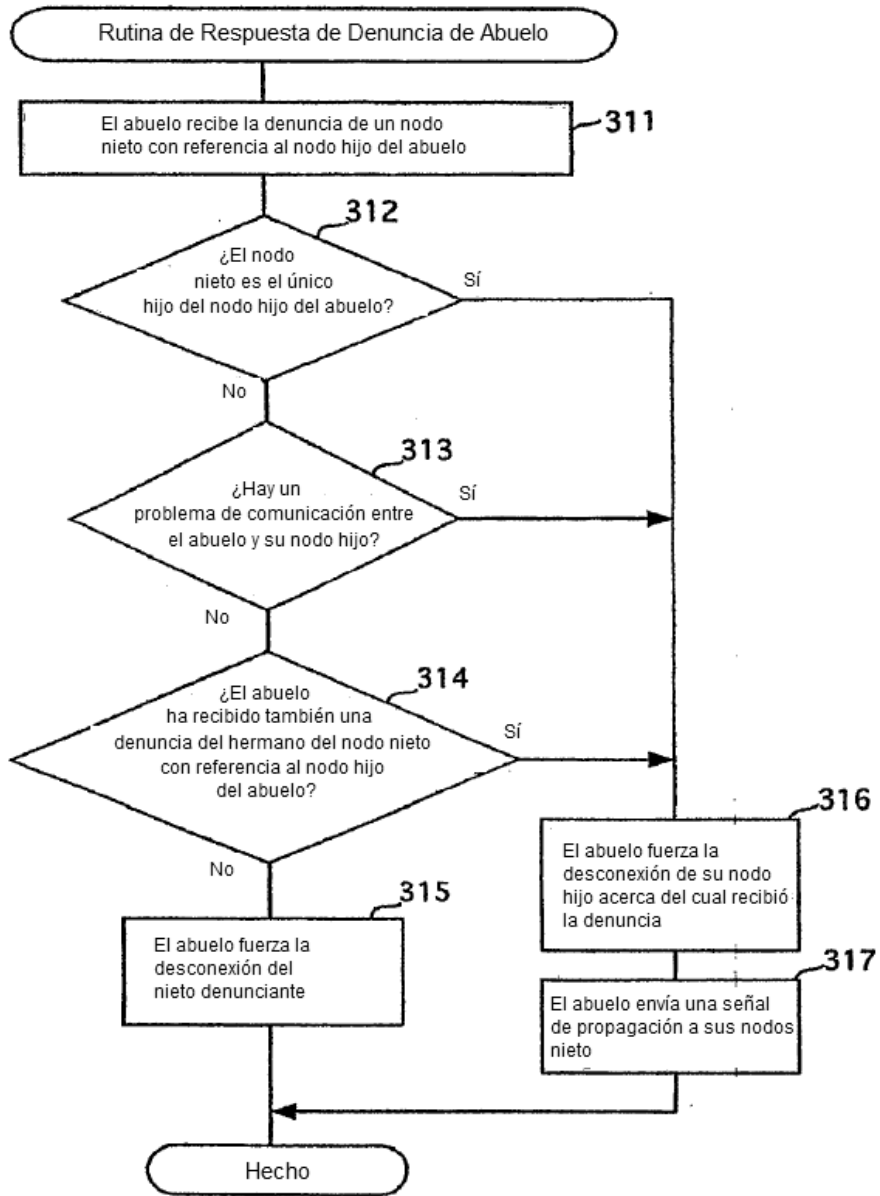


Fig. 31

Fig. 32A

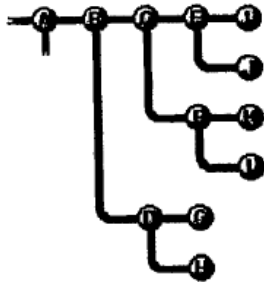


Fig. 32B

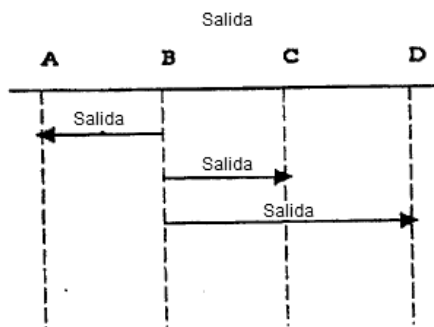


Fig. 32C

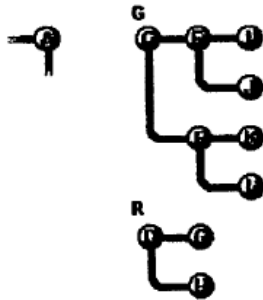


Fig. 32D

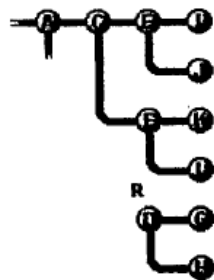


Fig. 32E

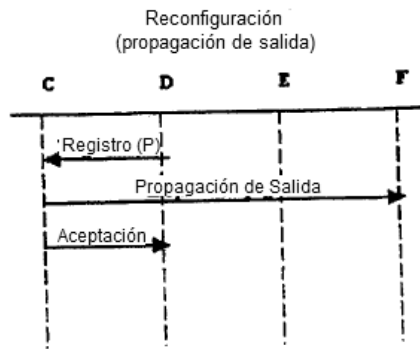


Fig. 32F

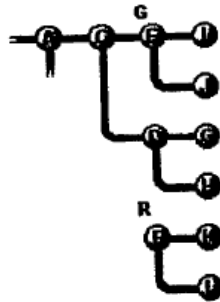




Fig. 32G

Reconfiguración  
(propagación de salida)

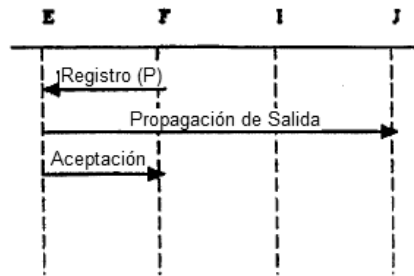


Fig. 32H

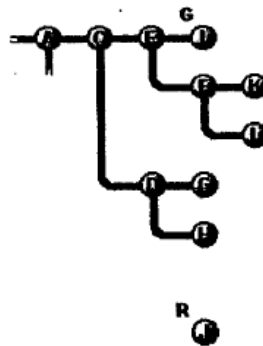


Fig. 32I

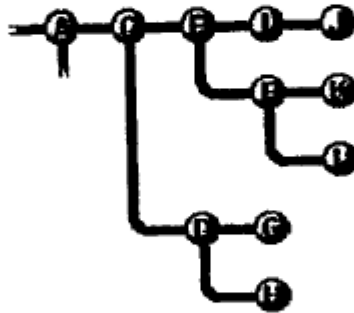


Fig. 32J

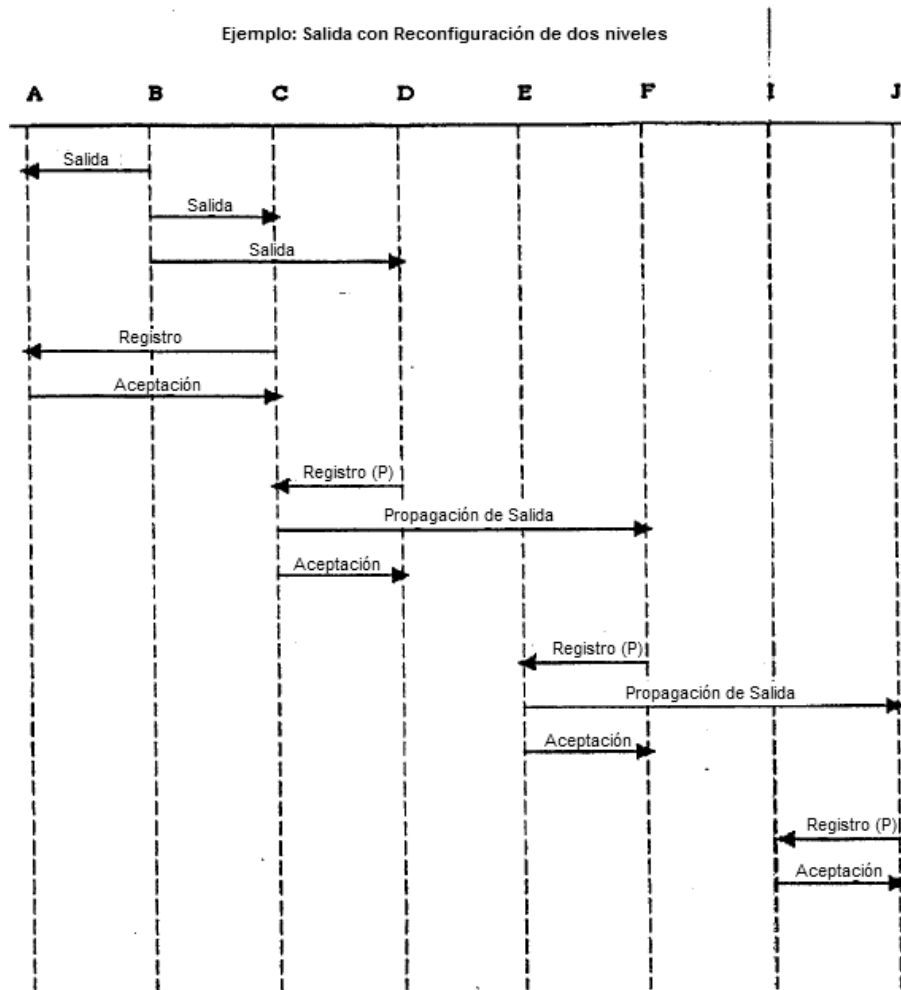


Fig. 33A

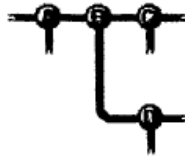


Fig. 33B

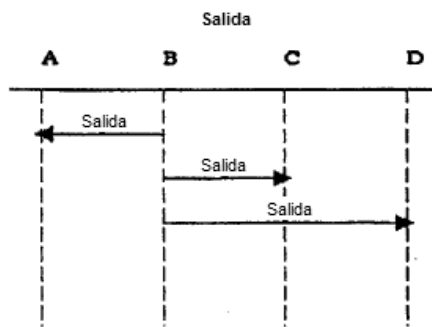


Fig. 34A

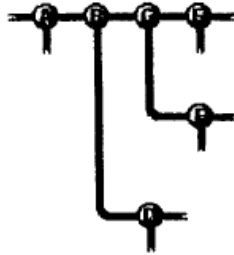


Fig. 34B

Votación de Caso I

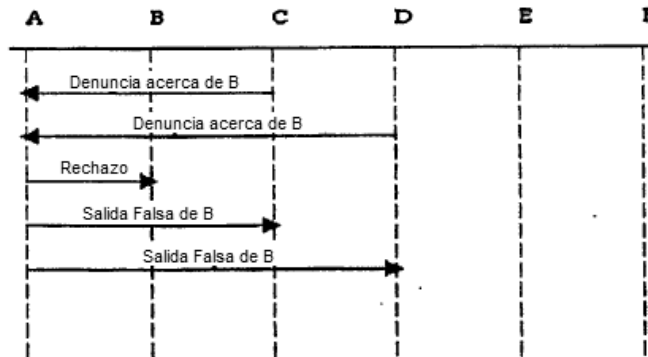


Fig. 34C

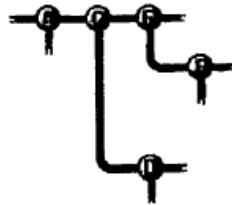


Fig. 34D

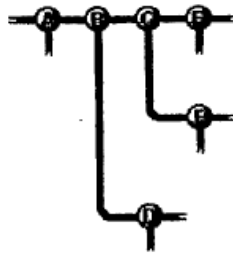


Fig. 34E

Votación de Caso II

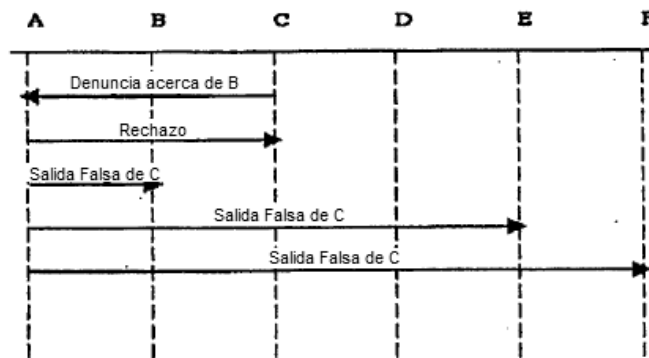


Fig. 34F

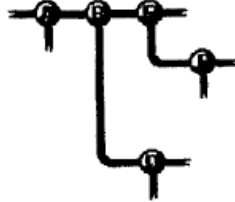


Fig. 35A

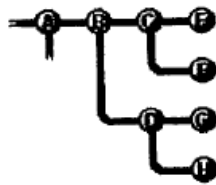


Fig. 35B



Fig. 35C

Ejemplo: Voto de caso I

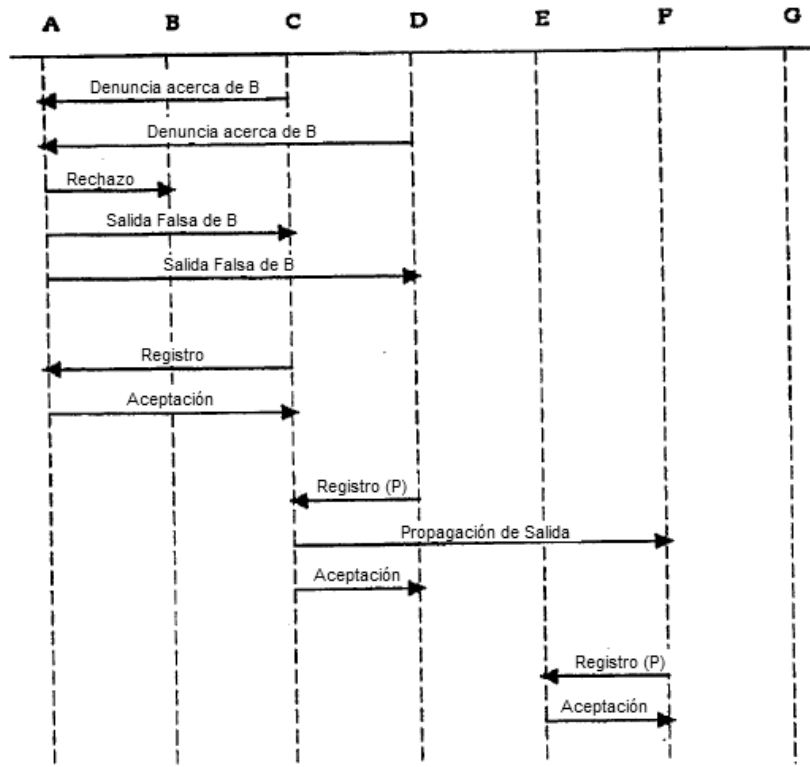




Fig. 36A

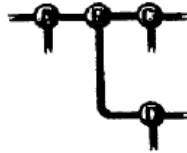


Fig. 36B

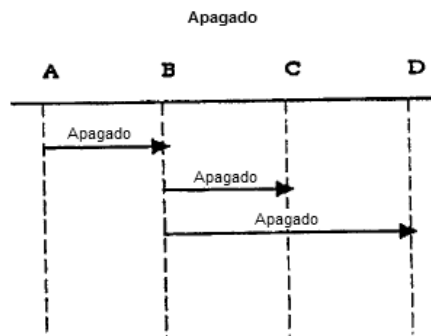


Fig. 37A



Fig. 37B

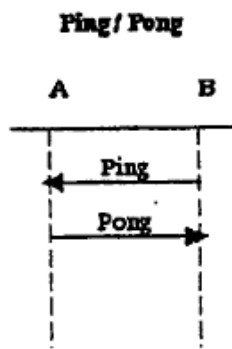


Fig. 38A

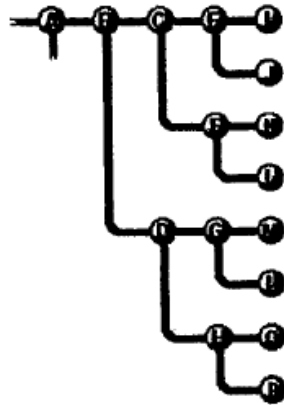


Fig. 38B

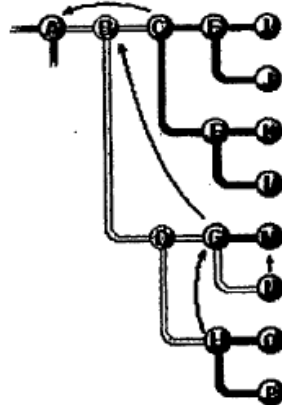


Fig. 38C

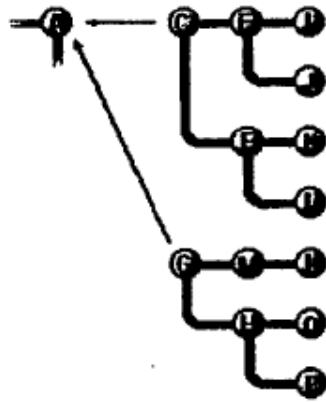


Fig. 38D

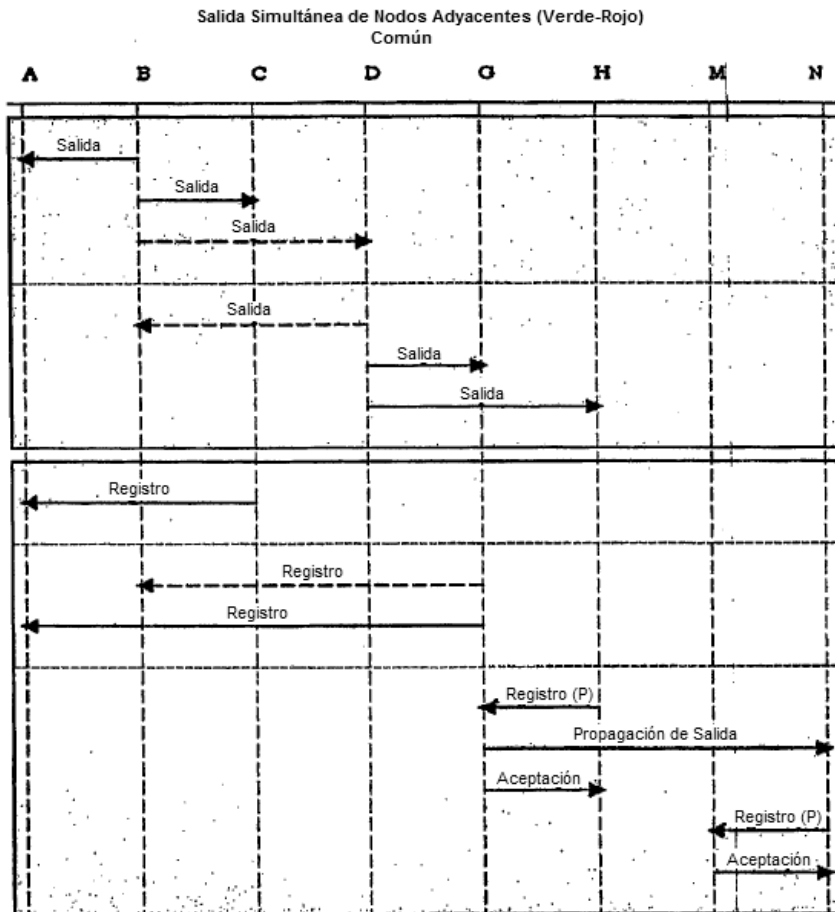


Fig. 38E

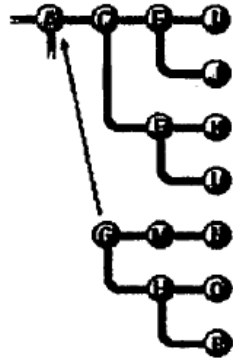


Fig. 38F

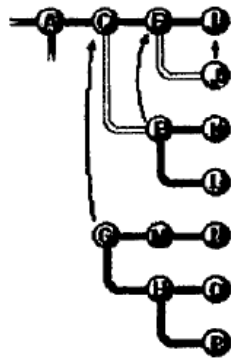


Fig. 38G

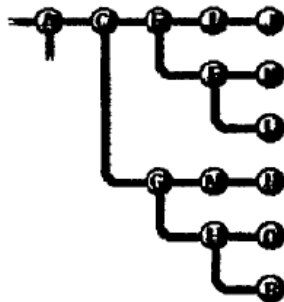


Fig. 38H

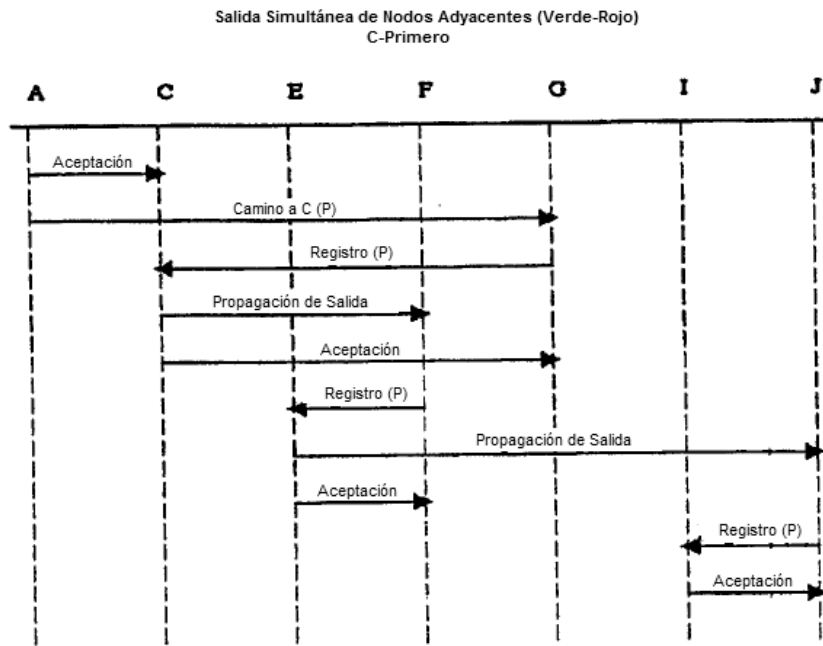


Fig. 38I

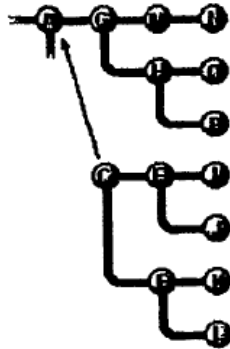


Fig. 38J

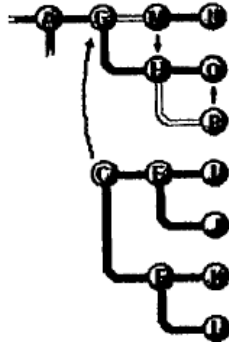


Fig. 38K

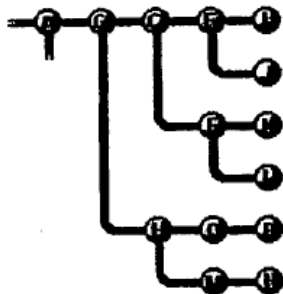




Fig. 38L

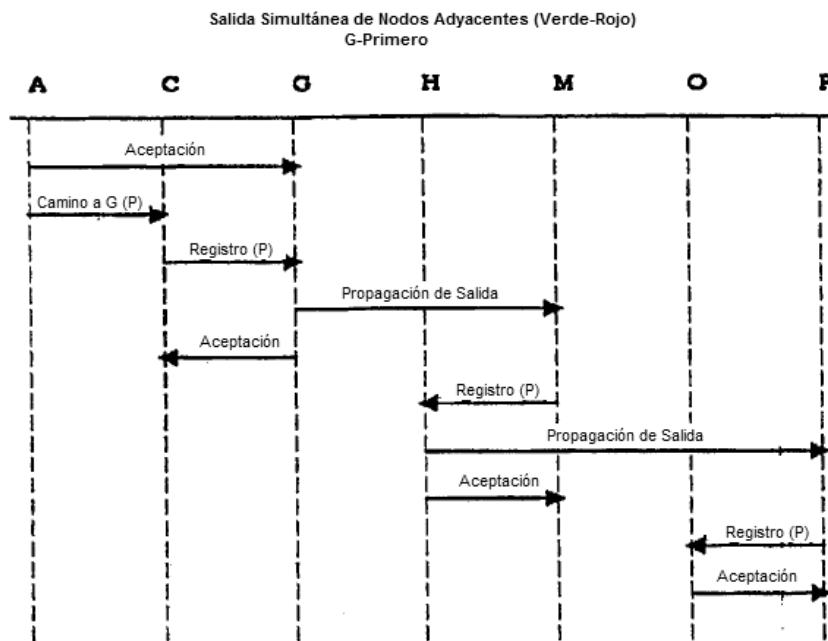


Fig. 39A

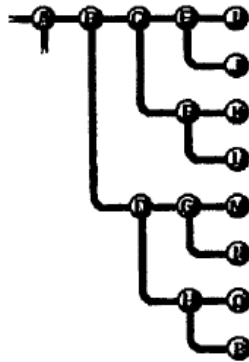


Fig. 39B

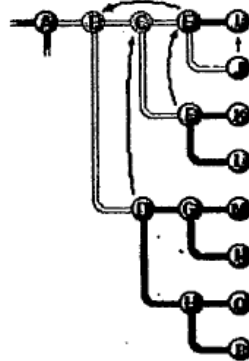


Fig. 39C

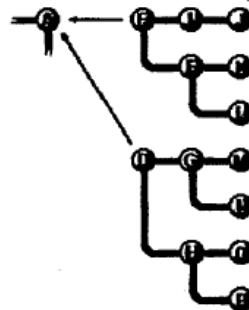


Fig. 39D

Salida Simultánea de Nodos Adyacentes (Verde-Rojo)  
Común

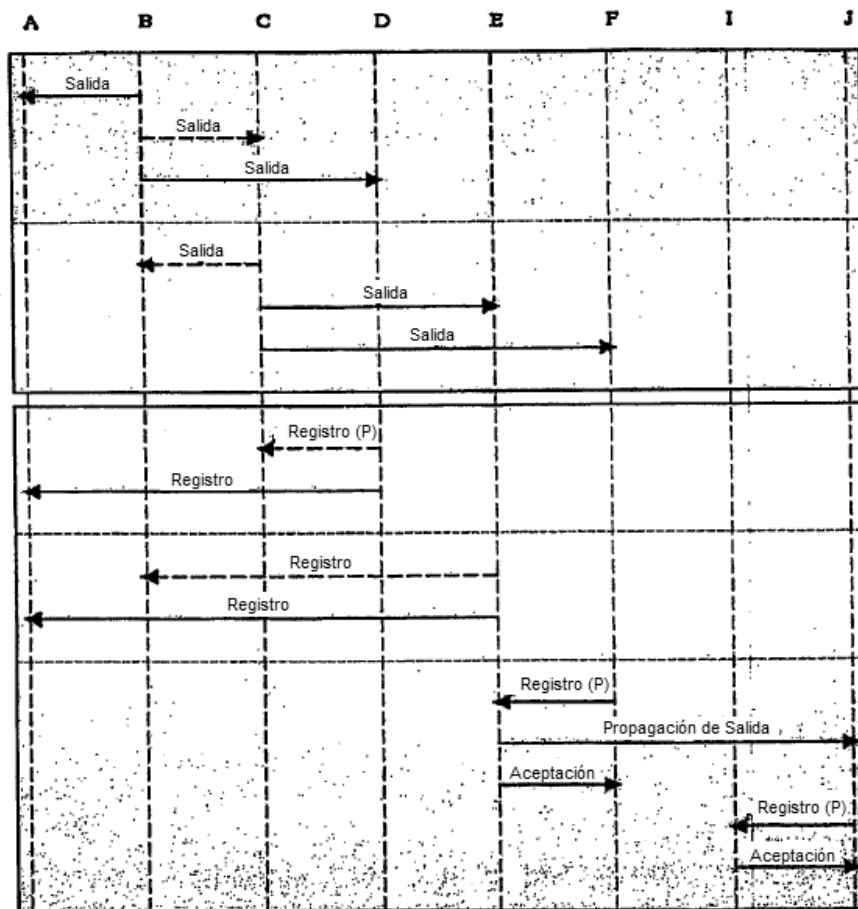


Fig. 39E

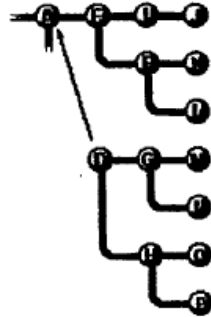


Fig. 39F

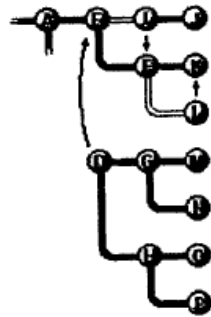


Fig. 39G

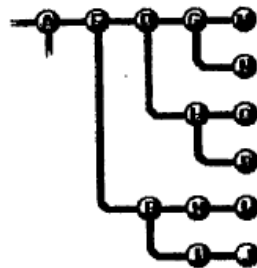


Fig. 39H

Salida Simultánea de Nodos Adyacentes (Verde-Verde)  
E- Primero

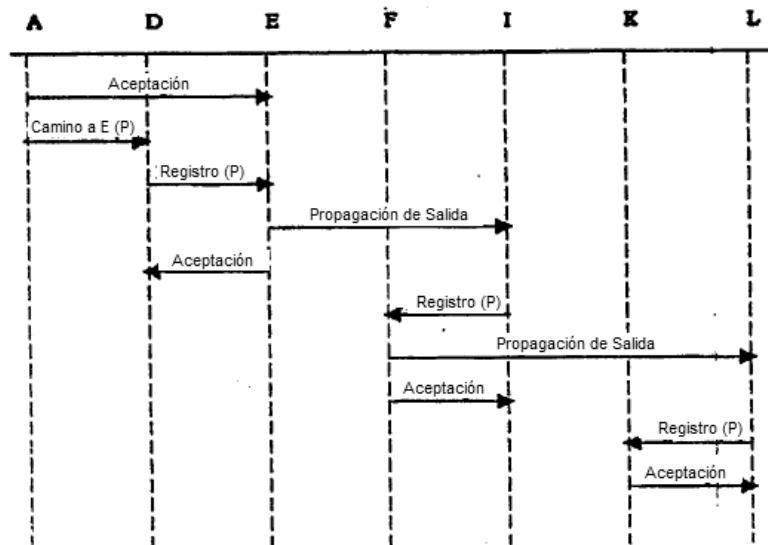


Fig. 39I

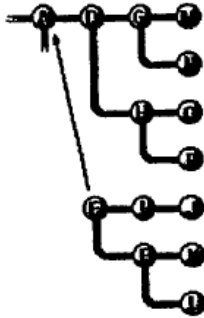


Fig. 39J

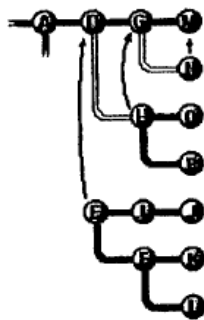


Fig. 39K

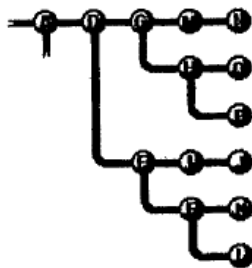


Fig. 39L

Salida Simultánea de Nodos Adyacentes (Verde-Verde)  
D-Primero

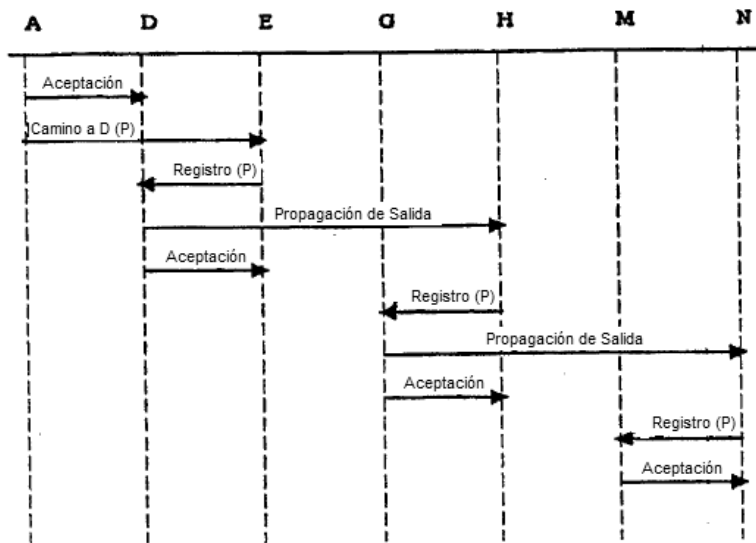


Fig. 40A

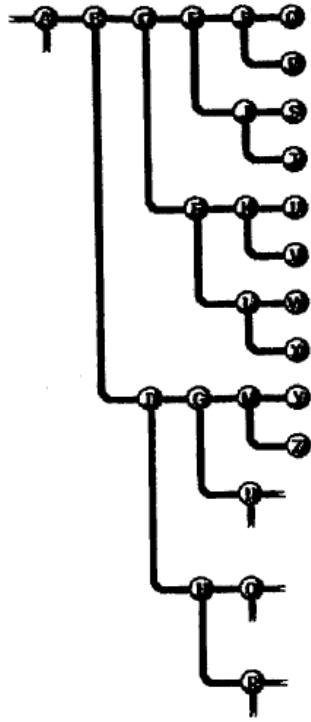




Fig. 40B

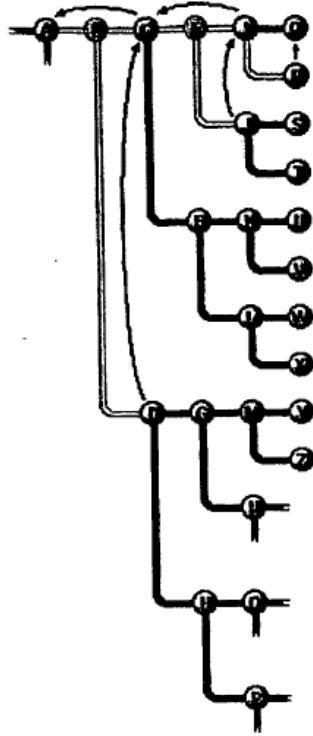


Fig. 40C

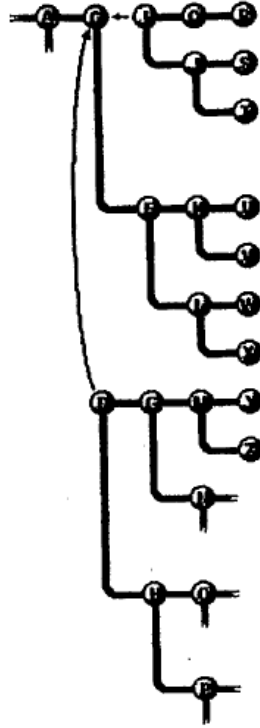


Fig. 40D

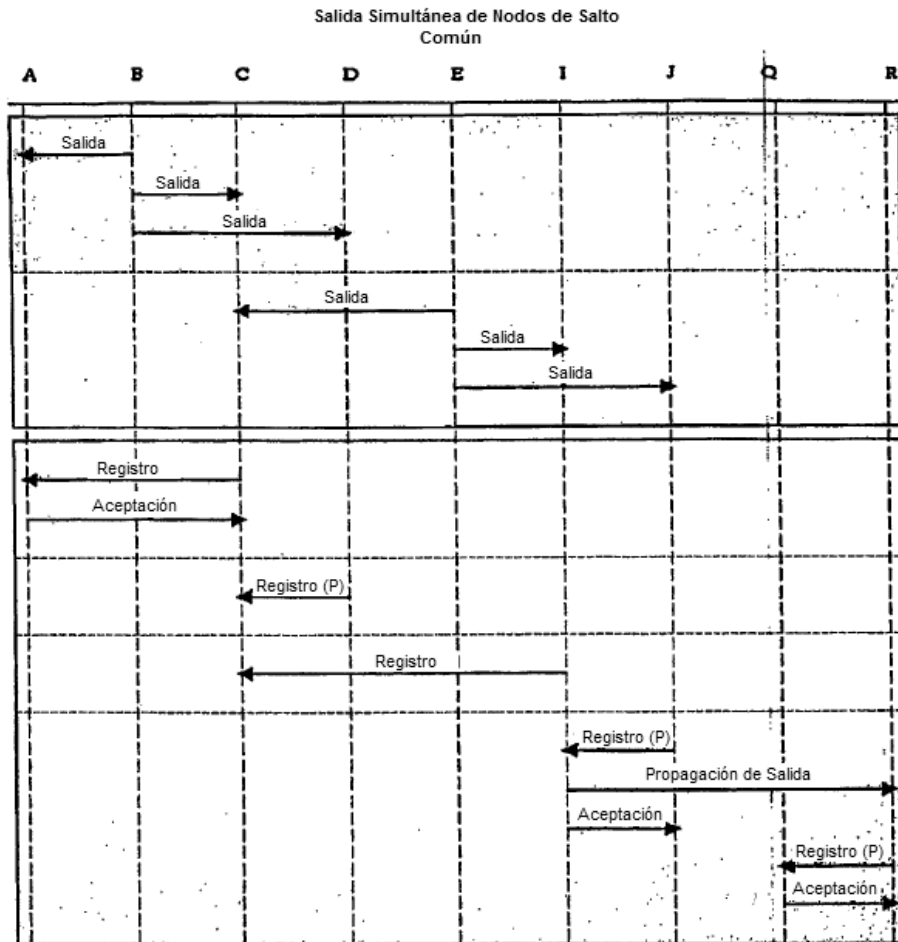


Fig. 40E

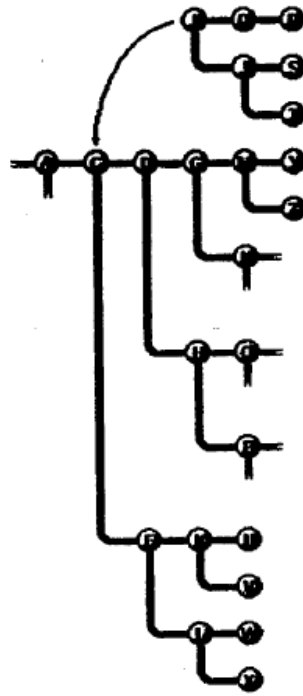
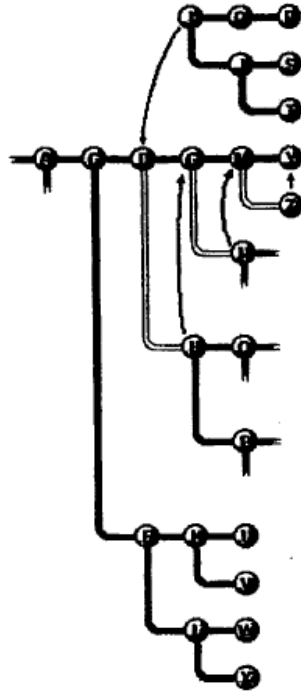


Fig. 40F





**Fig. 40H**

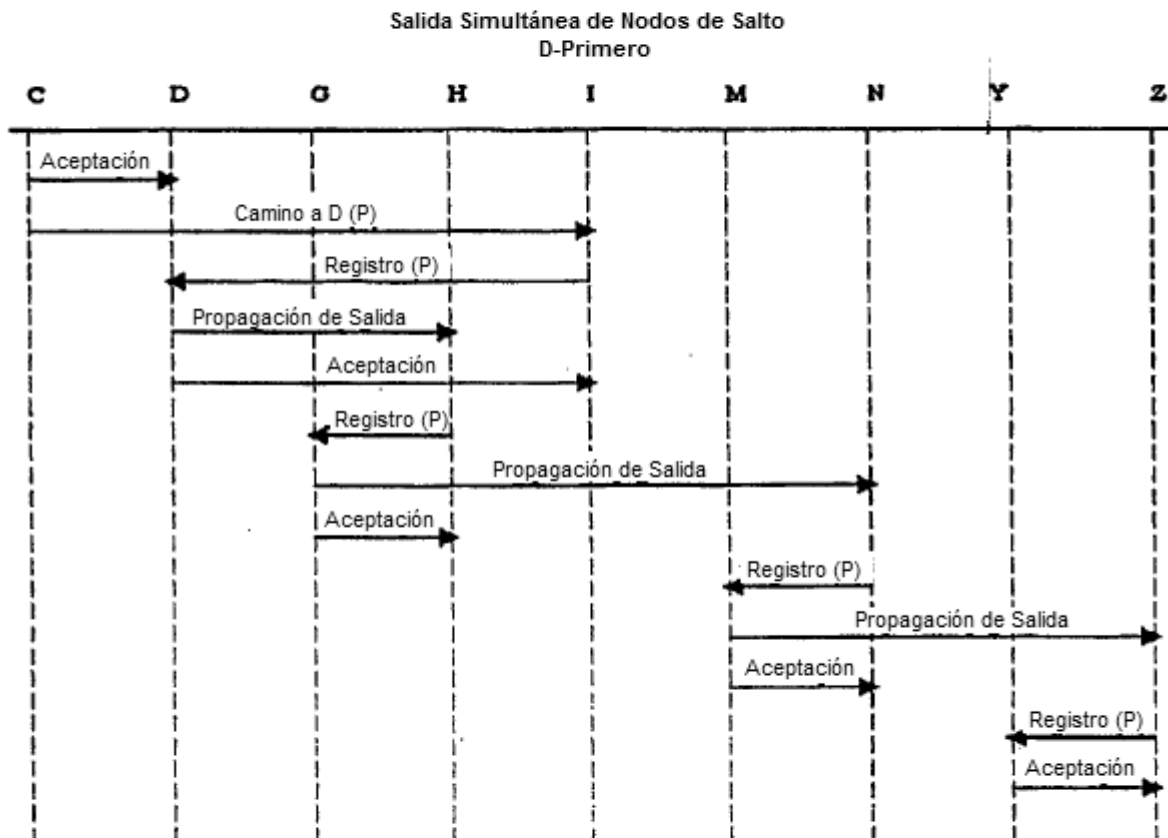


Fig. 40I

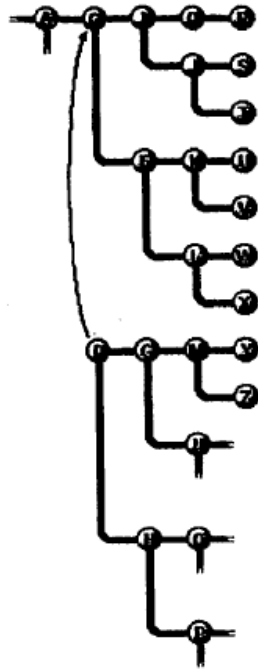




Fig. 40J

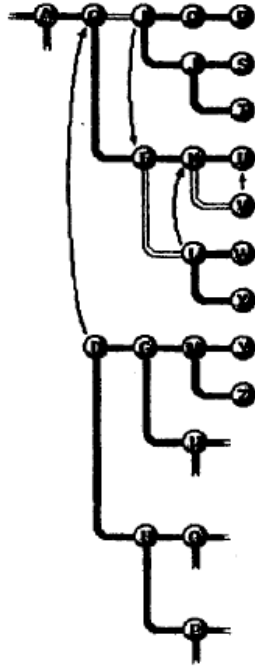


Fig. 40K

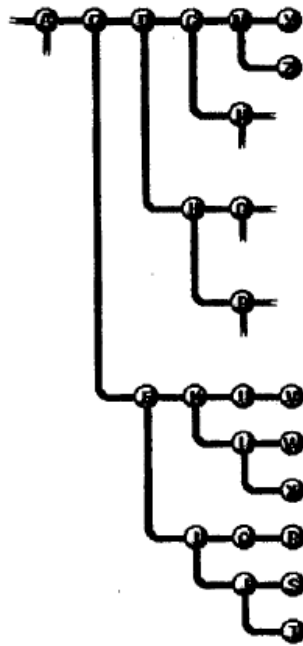


Fig. 40L

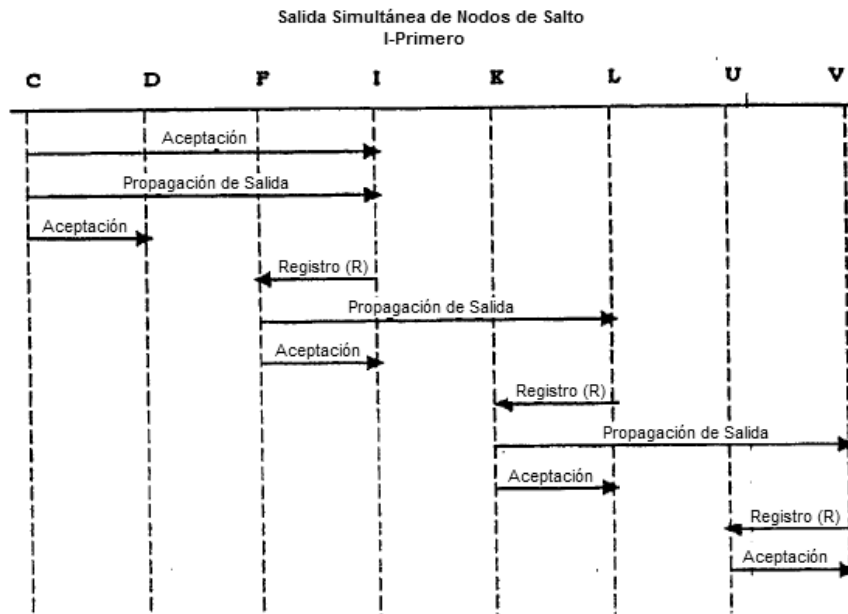


Fig. 41

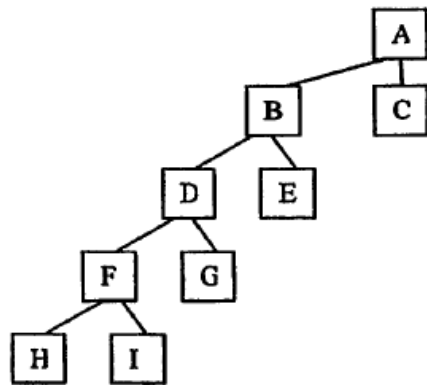


Fig. 42A

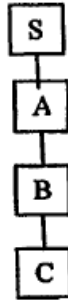


Fig. 42B

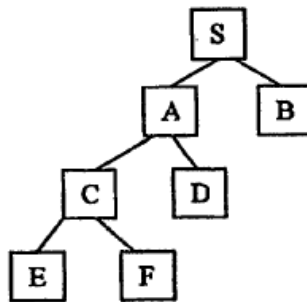


Fig. 42C

