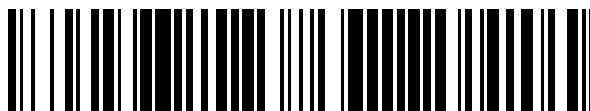


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 657**

51 Int. Cl.:
H04L 12/26 (2006.01)
H04L 12/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **01303673 .6**
96 Fecha de presentación: **20.04.2001**
97 Número de publicación de la solicitud: **1170901**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.01.2002**

54 Título: **Sistema y método para seleccionar repetidores**

30 Prioridad:
05.07.2000 US 610670

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.04.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.04.2012

73 Titular/es:
**ECHELON CORPORATION
415 OAKMEAD PARKWAY
SUNNYVALE, CALIFORNIA 94086, US**

72 Inventor/es:
**Duffy, Darrell y
Riley, Glen**

74 Agente/Representante:
Arias Sanz, Juan

ES 2 378 657 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema y método para seleccionar repetidores

Antecedentes de la invención

Campo de la invención

5 Esta invención se refiere, en general, a técnicas de configuración de red. Más particularmente, la invención se refiere a un sistema y a un método mejorados para seleccionar repetidores en una red de datos.

Descripción de la técnica relacionada

10 Un "repetidor" es un dispositivo de comunicaciones que amplifica o regenera una señal de datos con el fin de extender la distancia de transmisión entre dos o más nodos. Los repetidores están disponibles para señales tanto analógicas como digitales y se usan extensamente para la transmisión de larga distancia.

15 La determinación en cuanto a dónde deben configurarse/colocarse los repetidores dentro de una red se basa normalmente en la topología de red. Por ejemplo, puede usarse la distancia física entre nodos en la red para determinar si es necesario un repetidor. Se tiene en cuenta en este cálculo la medida en la que se degradarán las señales de datos a través del medio físico que interconecta los nodos en la red. Diferentes tipos de medios físicos (por ejemplo, par trenzado, cable coaxial, inalámbrico,... etc.) tienen diferentes características de pérdida de señal.

20 En algunas circunstancias, sin embargo, puede desconocerse la topología de red en el momento en el que se interconectan los nodos de red. Por ejemplo, en circunstancias en las que las líneas de potencia existentes se usan para soportar una red de comunicaciones, las distancias entre nodos de red no pueden determinarse fácilmente. Como tal, el posicionamiento de repetidores debe llevarse a cabo manualmente, a través de prueba y error, midiendo la intensidad de señal en diversos puntos dentro de la red y configurando los repetidores según se requiera.

Por consiguiente, lo que se necesita es un sistema y un método más eficaces para seleccionar repetidores dentro de una red. También lo que se necesita es un sistema y un método en el que los nodos en una red que realizan una función particular puedan configurarse como repetidores (es decir, además de realizar esa función).

25 Un ejemplo de un sistema de selección de repetidores de señal digital de la técnica anterior se da a conocer en el documento US-A-4.270.029 (Sato *et al.*).

Sumario de la invención

30 Se describe un método para seleccionar repetidores tal como se exponer en las reivindicaciones adjuntas. El método comprende: transmitir una primera señal desde un primer nodo a un segundo nodo; medir la intensidad de señal de la primera señal en el segundo nodo; transmitir una segunda señal desde el segundo nodo al primer nodo; medir la intensidad de señal de la segunda señal en el primer nodo; y seleccionar el segundo nodo como repetidor basándose en la intensidad de señal de la primera señal y/o la intensidad de señal de la segunda señal.

35 Otra realización del método comprende: calcular la intensidad de señal de una señal transmitida a cada uno de una pluralidad de nodos (midiéndose la intensidad de señal en cada nodo de la pluralidad); y seleccionar uno o más de los nodos para que sea un repetidor si la intensidad de señal está por debajo de un valor umbral máximo y por encima de un valor umbral mínimo.

Breve descripción de los dibujos

Puede obtenerse un mejor entendimiento de la presente invención a partir de la siguiente descripción detallada junto con los siguientes dibujos, en los que:

40 La figura 1 ilustra una arquitectura de red para implementar diversas realizaciones de la invención.

Las figuras 2a y 2b ilustran una realización de un método para seleccionar repetidores en una red.

La figura 3 ilustra la intensidad de señal entre una pluralidad de nodos y un nodo maestro.

La figura 4 ilustra un direccionamiento de paquetes según una realización de la invención.

45 La figura 5a ilustra la comunicación entre un origen proxy, un repetidor proxy, un agente proxy y un objetivo proxy según una realización de la invención.

La figura 5b ilustra un control de transacción entre un agente proxy y un objetivo proxy según una realización de la invención.

La figura 5c ilustra un control de transacción entre un repetidor proxy y un agente proxy según una realización de la invención.

invención.

La figura 6 ilustra una realización de un protocolo proxy configurado entre una capa de transacción/autenticación (capas 4-5) y una pluralidad de variables de red (capa 6).

Descripción detallada

5 En la siguiente descripción, con fines de explicación, se exponen numerosos detalles específicos con el fin de proporcionar un entendimiento en profundidad de diversas realizaciones de la invención. Resultará evidente, sin embargo, para un experto en la técnica que las realizaciones de la invención pueden ponerse en práctica sin algunos de estos detalles específicos. Además, en algunos ejemplos, se muestran estructuras y dispositivos ampliamente conocidos en forma de diagrama de bloques para evitar dificultar la comprensión de los principios subyacentes de la invención.

Realizaciones de la invención

15 La figura 1 representa, en general, una red en la que se comunican una pluralidad de nodos 100, 101-103, 111-113, 121-125 y 131-134. En una realización, cada uno de los nodos se compone de un procesador (por ejemplo, un microcontrolador o un microprocesador) y una memoria. Además, cada nodo puede configurarse para almacenar, procesar y comunicar (internamente o con otros nodos) código y datos usando medios legibles por máquina tal como discos magnéticos, memoria de acceso aleatorio ("RAM"), memoria de sólo lectura ("ROM"), señales de onda portadora, etc. Además, aunque realizaciones particulares de la invención pueden implementarse en software, realizaciones alternativas pueden implementar las funciones descritas en el presente documento usando cualquier combinación de software, *firmware* y/o hardware.

20 En una realización particular, los nodos 100, 101-103, 111-113, 121-125 y 131-134 forman una red de control distribuida tal como la red Lonworks® desarrollada por la empresa Echelon®. En esta realización, cada uno de los nodos 100, 101-103, 111-113, 121-125 y 131-134 puede programarse para realizar una tarea específica. Por ejemplo, pueden configurarse nodos individuales como sensores de proximidad, conmutadores, detectores de movimiento, relés, unidades a motor y/u otros tipos de instrumentos (por ejemplo, contadores de red). Los nodos individuales de esta realización pueden programarse para trabajar juntos como un todo para realizar una aplicación de control compleja tal como gestionar una línea de fabricación o automatizar un edificio. Debe observarse, sin embargo, que los principios subyacentes de la invención no están limitados a ningún tipo particular de nodo ni a ninguna aplicación o configuración de red en particular.

30 Determinadas realizaciones de la invención también emplean un protocolo de comunicación proxy para extender el alcance de comunicación de un canal de red cuando no es práctico usar encaminadores convencionales para hacerlo. Estas realizaciones pueden ser particularmente adecuadas para medios de red en los que "romper" un canal físico en múltiples canales a través de encaminadores no es práctico o posible (por ejemplo, radiofrecuencia (RF), líneas de potencia,... etc.).

Selección de repetidores

35 En una realización, determinados nodos pueden configurarse/programarse para funcionar como repetidores además de las otras funciones realizadas por esos nodos (algunos ejemplos de los cuales se expusieron anteriormente). Tal como se ilustra en la figura 1, un nodo maestro 100 puede configurarse para seleccionar automáticamente nodos 101-103, 111-113, 121-125 y 131-134 circundantes para realizar funciones de repetidor basándose en la intensidad de señal detectada en esos nodos. En una realización, el maestro 100 se programa con direcciones de dispositivo de cada uno de los nodos, que el maestro 100 usa para consultar datos de intensidad de señal a cada uno de los nodos 101-103, 111-113, 121-125 y 131-134. Tras analizar los datos de intensidad de señal, el maestro 100 selecciona candidatos a repetidor.

45 Las figuras 2a y 2b ilustran una realización de un método implementado por un nodo maestro para identificar repetidores. En 210, el maestro intenta inicialmente comunicarse con todos los nodos de red (por ejemplo, recorriendo una lista de direcciones de nodo almacenada en memoria).

50 En la realización ilustrada, el nodo maestro 100 no intenta comunicarse solamente sino que, más bien, transmite una consulta de "intensidad de señal de retorno" a cada uno de los nodos circundantes. Posteriormente (en 215) el nodo maestro 100 recibe una respuesta de un subconjunto de los nodos (es decir, de los nodos dentro del alcance de transmisión del maestro 100). Cada respuesta incluye una indicación de la calidad de señal cuando la consulta de "intensidad de señal de retorno" se recibió en cada uno de los nodos. Además, en una realización particular, el propio nodo maestro 100 evalúa la calidad de señal de la respuesta de cada nodo que se recibe por el maestro 100. Por consiguiente, en esta realización se usan dos valores de intensidad de señal por el nodo maestro 100 para evaluar la intensidad de señal global entre éste y cada nodo en la red: un valor de intensidad de señal saliente (medido en el nodo); y un valor de intensidad de señal entrante (medido en el maestro). El maestro puede considerar cada valor por separado, puede tomar el promedio de los dos valores de intensidad de señal o, alternativamente, puede darle un mayor peso a un valor que al otro. Pueden emplearse diversas otras técnicas para evaluar los dos valores de intensidad de señal mientras se cumple todavía con los principios subyacentes de la invención.

Cada uno de los nodos 101-103, 111-113, 121-125 y 131-134 (incluyendo el maestro 100) puede medir la "intensidad de señal" usando una variedad de técnicas. Por ejemplo, en una realización, se mide la intensidad de portadora global (por ejemplo, amplitud) de la transmisión. De manera similar, la relación señal a ruido (S/N) asociada con la señal de portadora puede calcularse (es decir, mediante el seguimiento del ruido en el canal de comunicación antes y durante la recepción de la señal entrante). Además, en una realización, el número de errores de bit encontrado en paquete(s) de datos entrante(s) puede calcularse y usarse para proporcionar una indicación de la fiabilidad del canal de comunicación entre el nodo y el maestro.

Determinadas técnicas para medir la intensidad de señal pueden ser más apropiadas que otras dependiendo de las condiciones de red. Por ejemplo, medir la intensidad de portadora global puede ser la técnica más apropiada cuando el suelo de ruido en el canal está por debajo de la sensibilidad de receptor. La relación S/N puede ser más útil en casos en los que el ruido en el canal es significativo con respecto al nivel de señal, y el número de errores corregidos puede ser útil cuando no están disponibles otras medidas de intensidad de señal y/o existe un código de corrección de errores disponible en los mensajes.

En una realización, el nivel de señal de transmisor puede reducirse deliberadamente para probar la capacidad de un nodo para recibir una señal. El nivel de señal de transmisor puede usarse como una medida de relación señal a ruido con fines de análisis de señal. El uso de esta técnica puede requerir enviar mensajes adicionales para sondear el nivel de recepción.

Cualquier de las técnicas de medición de intensidad de señal anteriores, solas o en combinación, puede emplearse por los nodos para evaluar la "intensidad de señal". Además, debe observarse que pueden emplearse diversas otras técnicas mientras se cumpla todavía con los principios subyacentes de la invención.

Una vez que el maestro ha recopilado valores de intensidad de señal de un subconjunto de todos los nodos, realiza el análisis de intensidad de señal (en 220) para determinar qué nodos en el subconjunto son candidatos a repetidor de "primer nivel" (es decir, los repetidores que estarán alejados una longitud de transmisión o "salto" del maestro). El objetivo del maestro, según una realización, es no seleccionar candidatos con la intensidad de señal más alta medida sino, más bien, seleccionar candidatos a repetidor por encima de algún valor umbral mínimo (fiable), T_{\min} , y por debajo de algún valor umbral máximo T_{\max} . En una realización, tanto el valor de intensidad de señal saliente (medido en el nodo) como el valor de intensidad de señal entrante (medido en el maestro) deben estar por encima del valor umbral mínimo y/o por debajo del máximo para que el nodo particular se seleccione como repetidor.

Este concepto se destaca en la figura 3, que ilustra una relación de intensidad de señal a modo de ejemplo entre el maestro 100 y los diversos nodos 101-103, 111-113, 121-125 y 131-134 mostrados en la figura 1. Los nodos que están situados más lejos del nodo maestro 100 en la figura 3 tienen un valor de intensidad de señal relativamente bajo en relación con el maestro 100.

En la realización ilustrada, los nodos 101, 121, 122 y 131 tienen, todos ellos, valores de intensidad de señal relativamente altos, por encima de algún umbral máximo 350 (tal como se indicó). Sería ineficaz que el nodo maestro 100 seleccionase estos nodos como candidatos a repetidor, sin embargo, ya que no están alejados lo suficiente del nodo maestro 100 para que sean útiles como repetidores.

En cambio, los nodos 103, 112-113, 124-125 y 132-134 están electrónicamente distantes del nodo maestro 100 y tienen valores de intensidad de señal por debajo de algún valor umbral mínimo 351. El maestro 100 no seleccionará inicialmente estos nodos como repetidores ya que la intensidad de señal es tan débil que pueden resultar no ser fiables. De hecho, algunos o todos pueden no haber recibido ni siquiera la consulta de intensidad de señal inicial del maestro 100.

Finalmente, los nodos 102, 111 y 123 tienen, todos ellos, un valor de intensidad de señal por debajo del valor umbral máximo 350 pero por encima del valor umbral mínimo 351. Están alejados lo suficiente del maestro 100 para hacer que sean selecciones eficaces de candidatos a repetidor, mientras, al mismo tiempo, su intensidad de señal es lo suficiente alta para indicar que serán fiables como repetidores de primer nivel. Por consiguiente, en la realización ilustrada, el nodo maestro 100 inicialmente selecciona los nodos 102, 111 y 123 como candidatos a repetidor de primer nivel.

En 225, el maestro 100 transmite una orden de "intensidad de señal de retorno de proxy" a cada uno de los candidatos a repetidor de primer nivel 102, 111 y 123 que acaban de seleccionarse. La orden de "intensidad de señal de retorno de proxy" según una realización es similar a la orden de "intensidad de señal de retorno" excepto porque indica a un nodo (por ejemplo, nodos 102, 111 y 123) que recopile datos de intensidad de señal de otros nodos (es decir, los nodos que no respondieron cuando el maestro 100 intentó inicialmente comunicarse con todos los nodos en 210), y que comunique los resultados de vuelta al maestro 100. Para los propósitos de este ejemplo, se supondrá que no ha respondido ninguno de los nodos por debajo del valor umbral mínimo 351 (es decir, los nodos 103, 112-113, 124-125 y 132-134).

En respuesta a la orden de intensidad de señal de retorno, el nodo 102 consulta al nodo 103 datos de intensidad de señal. Posteriormente, el nodo 102 recibe una respuesta del nodo 103 que incluye una indicación de calidad de señal cuando la consulta de intensidad de señal se recibió en el nodo 103. Además, en una realización, el nodo 102

evalúa la calidad de señal de la respuesta del nodo 103 que se recibe en el nodo 102. Por consiguiente, la orden de “intensidad de señal de retorno de proxy”, al igual que la orden de “intensidad de señal de retorno”, recopila un valor de intensidad de señal entrante (medido en el nodo 102) así como un valor de intensidad de señal saliente (medido en el nodo 103), y transmite el resultado de vuelta al maestro 100.

- 5 De manera similar, en el ejemplo ilustrado, el nodo 123 recopila datos de intensidad de señal de proxy del nodo 124 y el nodo 111 recopila datos de intensidad de señal de proxy de los nodos 112 y/o 113.

Una vez que los datos de intensidad de señal de proxy se han recopilado por los candidatos a repetidor de primer nivel, se transmiten de vuelta al nodo maestro 100 en 230. En 235, una variable ‘N’ del método, que representa el nivel particular de los nodos bajo análisis, se establece igual a dos. Debe observarse, sin embargo, que esta inicialización se usa sólo con el fin de describir el proceso subyacente expuesto en las figuras 2a y 2b. Ninguna inicialización de variable de este tipo se requiere para cumplir con los principios subyacentes de la invención.

En 240, el maestro analiza los datos de intensidad de señal de proxy para determinar cuáles (de haber alguno) de los nodos que acaban de identificarse deben configurarse como repetidor de segundo nivel. Una vez más, esta decisión puede basarse en dónde se sitúan los valores de intensidad de señal dentro de umbrales de intensidad de señal mínimo y máximo predeterminados (como con la selección del primer nivel de repetidores descrita anteriormente). Por tanto, el nodo 112 en el ejemplo ilustrado puede estar demasiado próximo al candidato a repetidor 111 para seleccionarse apropiadamente como repetidor (es decir, la intensidad de señal puede estar por encima del valor máximo) pero el nodo 113 puede estar alejado una distancia suficiente para hacer que sea un candidato a repetidor ideal (es decir, dentro de los requisitos de umbral tanto mínimo como máximo).

Una vez que el maestro 100 ha identificado el segundo nivel (o nivel N-ésimo) de candidatos a repetidor, en 245 indica a cada uno de los nodos en el segundo nivel que recopilen datos de intensidad de señal de retorno de proxy para los nodos que aún tienen que identificarse. En 250, el maestro recibe el último conjunto de datos de intensidad de señal de retorno de proxy y (si algún nuevo nodo ha respondido, determinado en 255) analiza los datos para identificar el próximo nivel (por ejemplo, el tercero) de candidatos a repetidor. El maestro de esta manera avanza a través de niveles sucesivos (es decir, el nivel $N=N+1$ con cada iteración, tal como se expone en la casilla 257) hasta que no se identifiquen nuevos nodos usando las ordenes de intensidad de señal de retorno de proxy. En este punto, una realización del sistema y del método avanza al diagrama de flujo ilustrado en la figura 2b.

En 265, el maestro determina si todos los nodos en la red han respondido. Si se tienen cuenta todos los nodos, entonces el proceso se completa en 267 (es decir, se han identificado todos los nodos y se han asignado todos los repetidores). Si, sin embargo, determinados nodos no han respondido, entonces el maestro 100 selecciona candidatos a repetidor de primer nivel adicionales en un esfuerzo por localizar estos nodos. Por consiguiente, el maestro 100 puede seleccionar nodos que tienen valores de intensidad de señal por encima del máximo 350 establecido previamente.

Volviendo al ejemplo particular ilustrado en la figura 3, el maestro 100 puede seleccionar cualquiera o todos los nodos 101, 121-122 y 131 como nuevos candidatos de primer nivel. En una realización, el maestro selecciona nodos a un valor de intensidad de señal en las proximidades de una mitad del valor umbral máximo 350, para aumentar la probabilidad de identificar nodos adicionales.

En 275, el maestro 100 indica a los nuevos candidatos a repetidor de primer nivel que recopilen datos de intensidad de señal de retorno de proxy de cualquier nodo que aún no haya respondido. Por tanto, si se selecciona el nodo 131, éste puede intentar recopilar datos de intensidad de señal de los nodos 132-134; y si se selecciona el nodo 121, éste puede intentar recopilar datos de intensidad de señal del nodo 125. El maestro continúa seleccionando nuevos candidatos de primer nivel hasta que se hayan identificado nuevos nodos (determinado en 280).

Una vez que los nuevos nodos han respondido, el proceso de búsqueda a través de niveles sucesivos comienza de nuevo en 230, cuando el maestro recibe un nuevo conjunto de datos de intensidad de señal de retorno de proxy del (de los) nuevo(s) candidato(s) a repetidor de primer nivel. El maestro avanza entonces a través de niveles sucesivos tal como se describió anteriormente hasta que no responda ningún nuevo nodo (determinado en 255). Cuando se han identificado todos los nodos (determinado en 265) el proceso se ha completado (en 267).

En una realización, el nodo maestro 100 no está programado inicialmente con direcciones de dispositivo de cada uno de los nodos. En lugar de ello, en esta realización, el nodo maestro 100 transmite un mensaje de búsqueda de difusión, solicitando una respuesta a cualquier nodo dentro de su alcance de transmisión. A medida que los nodos responden al mensaje de búsqueda de difusión, el nodo maestro 100 almacena sus direcciones de dispositivo y selecciona determinados nodos como repetidores tal como se describió anteriormente. Una vez seleccionados por el maestro 100, los diversos candidatos a repetidor también pueden enviar mensajes de difusión a cualquier nodo dentro de su alcance de transmisión.

En una realización, una vez que un nodo ha respondido a un mensaje de búsqueda de difusión, el nodo maestro 100 (o candidato a repetidor) indica al nodo que no responda a ningún mensaje de búsqueda de difusión posterior. Alternativamente, o además, el nodo maestro 100 o candidato a repetidor puede ignorar simplemente respuestas posteriores de respuestas al mensaje de búsqueda de difusión de nodos que ya han respondido.

En una realización, una dirección de cada nodo intermedio a través del cual pasará un paquete de datos se incluye en un campo de dirección en el paquete de datos. Por ejemplo, tal como se ilustra en la figura 4, cuando el maestro 100 transmite un paquete de datos 400 que contiene una orden 410 particular (por ejemplo, una orden de intensidad de señal de retorno de proxy), incluye las direcciones de cada uno de los nodos, R1-R3, a través de los que pasará el paquete hacia el nodo de destino 405.

De manera similar, en una realización, cuando el nodo de destino 405 transmite datos 420 (por ejemplo, datos de intensidad de señal de retorno o de intensidad de señal de retorno de proxy) en respuesta a la orden 405 del maestro, incluye una dirección de cada nodo intermedio, R3-R1, a través del que pasará el paquete de datos de camino hacia el maestro 100.

Sin embargo, debe observarse que pueden implementarse otras diversas técnicas de encaminamiento mientras se cumple todavía con los principios subyacentes de la invención. Por ejemplo, en una realización, cada nodo puede almacenar una tabla de encaminamiento en memoria para encaminar paquetes de datos a través de la red. En esta realización, sólo la dirección de nodo de destino (y no las direcciones intermedias) se incorpora en el paquete de datos. Cada nodo que recibe el paquete de datos en esta realización comprueba su tabla de encaminamiento para determinar el siguiente nodo al que debe encaminarse el paquete (es decir, cuál es el siguiente nodo intermedio).

Pueden configurarse realizaciones del sistema y método descritos en el presente documento para operar de manera diferente dependiendo del tamaño global de la red. Por ejemplo, si la red es lo suficientemente pequeña de modo que sondear todos o la mayoría de los nodos no requiera una cantidad desmesurada de tiempo, entonces los mejores candidatos a repetidores pueden identificarse rápidamente usando el método expuesto en las figuras 2a-b.

Sin embargo, si la red es grande (por ejemplo, por encima de algún número umbral de nodos) de modo que sondear la mayoría o todos los nodos en una cantidad razonable de tiempo no es posible, entonces puede usarse una realización del sistema y método para identificar rápidamente nodos de repetición de modo que las comunicaciones puedan establecerse con todos los nodos. La ventaja de tiempo/recursos de esta realización se materializa porque es necesario sondear menos nodos de comunicación para identificar repetidores para los nodos restantes. En una red grande, después de que se haya establecido la comunicación con todos los nodos, pueden usarse los recursos disponibles adicionales para identificar mejores candidatos a repetidor o candidatos a repetidor alternativos.

En una realización del sistema, los repetidores no separan el medio físico a través del que se comunican en "canales" separados. En cambio, en esta realización particular, los repetidores retransmiten datos en el mismo canal en el que reciben los datos (a continuación en el presente documento "canal desconectado"). Sin embargo, debe observarse que los principios subyacentes de la invención no se limitan a ningún tipo particular de canal de comunicación.

Arquitectura proxy

Tal como se ilustra en las figuras 5a a 5c, en una realización, los nodos pueden configurarse como orígenes proxy 500, repetidores proxy 510, agentes proxy 520 y/o objetivos proxy 530. En términos generales, un origen proxy 500 se comunica con un objetivo proxy 520 a través de un repetidor proxy 510 y/o un agente proxy 520. En una realización, las designaciones de nodos se producen automáticamente, después de que los nodos se hayan conectado físicamente a la red (por ejemplo, tal como se describió con respecto a la selección de repetidores).

Un origen proxy 500 es un nodo que origina una transacción proxy. En una realización, el origen proxy 500 genera una operación proxy adjuntando una cabecera proxy a un paquete de datos/orden convencional (es decir, no proxy). Un ejemplo de un paquete de datos/orden convencional es una orden que solicita el valor de una variable particular en un nodo objetivo. Si el nodo objetivo está dentro del alcance de transmisión del nodo de origen (es decir, si no se requiere ningún salto a través de nodos intermedios), entonces el nodo de origen transmite simplemente el paquete directamente al objetivo usando la dirección de red del objetivo y espera la respuesta. Sin embargo, si el nodo objetivo está fuera del alcance de transmisión del nodo de origen, entonces en una realización, el origen adjunta una cabecera proxy al paquete, indicando uno o más nodos intermedios (por ejemplo, el repetidor proxy 510 y el agente proxy 520) a través de los que debe pasar el paquete de datos/orden para llegar al nodo objetivo (o en este caso el nodo objetivo "proxy" 530).

Cualquier nodo que está situado eléctricamente entre el origen proxy 500 y el agente proxy 520 puede configurarse como repetidor proxy 510. En una realización, cuando un repetidor proxy 510 recibe un paquete de datos/orden dirigido al objetivo proxy 530, retransmite el mensaje al siguiente repetidor proxy, o al agente proxy 520 (si es el último repetidor proxy 510 en la cadena).

Un agente proxy 520 es cualquier nodo que se comunica directamente con el objetivo proxy 530. En una realización, el agente proxy 520 transmite un paquete de datos/orden convencional al objetivo proxy 530, en lugar de un paquete proxy (es decir, uno con una cabecera "proxy").

Una vez que se ha recibido y procesado la orden en el objetivo proxy 530, éste genera un paquete de respuesta dirigido al agente proxy 520 que contiene los datos solicitados por el origen proxy 500. El agente proxy 520 reenvía el mensaje al repetidor proxy 510 (adjuntando la dirección del repetidor proxy al paquete) que, a su vez, reenvía el

mensaje al origen proxy 500.

Debe observarse que pueden implementarse diversas técnicas de direccionamiento y encaminamiento de paquetes entre los diversos nodos ilustrados en las figuras 5a-c mientras que se cumple todavía con los principios subyacentes de la invención. Por ejemplo, en una realización, un paquete transmitido por el origen proxy 500 incluye una cabecera de dirección con una dirección de cada nodo a través del que debe pasar el paquete para llegar al objetivo proxy 530. Cada nodo en la trayectoria de transmisión recibe el paquete, elimina su propia dirección de la cabecera y reenvía el paquete al siguiente nodo en la trayectoria (identificado por la siguiente dirección en la cabecera). Cada nodo recuerda (es decir, almacena en memoria) la dirección del nodo del que recibió el paquete.

Después de procesar el paquete (por ejemplo, ejecutar la orden y recopilar cualquier dato solicitado) el objetivo proxy 530 transmite un paquete de respuesta de vuelta al agente proxy 520. En una realización, el paquete de respuesta incluye sólo la dirección del agente proxy 520. El agente proxy 520, que almacenó previamente la dirección del repetidor proxy 510 en memoria, usa esta dirección para reenviar el paquete de vuelta al repetidor proxy 510; que, a su vez, transmite el paquete al origen proxy 500 usando la dirección del origen proxy 500 que el repetidor proxy 510 almacenó previamente en memoria.

A diferencia del esquema de direccionamiento/encaminamiento anterior, en una realización, las direcciones no se eliminan de los paquetes de datos cuando pasan de un nodo al siguiente. En cambio, en esta realización, se transmite un paquete desde el origen proxy 500 a través hasta el objetivo proxy 530 con una dirección de cada nodo en la trayectoria de transmisión incrustada en la cabecera del paquete. En una realización, la cabecera del paquete también incluye un valor de contador/puntero que apunta a la siguiente dirección en la trayectoria de transmisión. Cada nodo que recibe el paquete aumenta (o disminuye, dependiendo del algoritmo particular) el valor de contador/puntero de modo que apunte a la siguiente dirección en la cabecera del paquete. En una realización, cuando el objetivo proxy 530 recibe el paquete, reinicia el contador y transmite un paquete de respuesta que contiene la dirección de cada nodo (por ejemplo, en orden inverso).

Debe observarse que otras diversas técnicas de direccionamiento y/o encaminamiento pueden implementarse mientras se cumple todavía con los principios subyacentes de la invención.

Control de transacción

Pueden emplearse diversos mecanismos de control de transacción para proporcionar una transmisión de mensajes fiable entre nodos de red. Por ejemplo, un nodo puede retransmitir un paquete de datos/orden si no recibe una respuesta durante un periodo de tiempo predeterminado. Por tanto, tal como se ilustra en la figura 5b, si se bloquea un mensaje (3) entre el agente proxy 520 y el objetivo proxy 530 (por ejemplo, debido a la interferencia en la red), el agente proxy 520 retransmitirá el mensaje (4) si no recibe una respuesta del objetivo proxy 530 después de un periodo de tiempo predeterminado. Tal como se describe a continuación, en una realización, el sincronismo de reintentos (es decir, el sincronismo para retransmitir un mensaje perdido) empleado en cada uno de los nodos es muy configurable y puede programarse basándose en una variedad de variables de red (por ejemplo, el número de saltos entre el nodo y el origen proxy 500 y/o el objetivo proxy 530).

Pueden usarse variables de sincronismo para la retransmisión de mensajes proxy distintas a las usadas para mensajes convencionales (es decir, no proxy). Por ejemplo, en la figura 5b, el agente proxy 520 puede usar valores de reintento y temporizador convencionales para comunicarse con el objetivo proxy 530 (por ejemplo, 3 reintentos separados 192 milisegundos), mientras que el repetidor proxy 510 puede usar diferentes valores de reintento y temporizador proxy para comunicarse con el agente proxy 520 y/o el origen proxy 500 (por ejemplo, 6 reintentos separados 968 milisegundos).

En una realización, los valores de control de transacción que van a usarse para retransmitir un mensaje particular se especifican mediante el origen proxy 500 en la cabecera de mensaje de paquete de datos/control (por ejemplo, la parte proxy de la cabecera).

En una realización, el conjunto de valores de control usado en el origen proxy 500 y/o repetidor proxy 510 especifica un número aumentado de reintentos en relación con el número de reintentos especificado para el agente proxy 520. Por ejemplo, el número de reintentos puede configurarse para aumentar a medida que aumenta la distancia respecto al agente proxy 520.

En una realización particular, el origen proxy 500 proporciona a los repetidores proxy el número de reintentos para que lo use el último repetidor. Cada repetidor antes del último usa simplemente un intento más que el siguiente. Este valor puede calcularse añadiendo el recuento de repetidores restantes al recuento de reintentos.

Tal como se describió anteriormente, cada uno de los nodos de red puede configurarse con diferentes valores de temporizador de reintento. En una realización, sin embargo, el mismo valor de temporizador de reintento se usa para cada uno de los repetidores proxy 510. El valor de temporizador usado en esta realización puede establecerse para que sea más largo que el tiempo de transacción entero de la transacción agente/objetivo más el trayecto de ida y vuelta al origen. Por ejemplo, si la transacción agente/objetivo usó 3 reintentos separados 192 milisegundos y hay un repetidor, entonces el repetidor/origen proxy puede programarse para esperar aproximadamente 1 segundo antes de

reintentar (es decir, $4 \times 192 = 768$ ms para incluir el intento inicial más 3 reintentos; luego se añade $2 \times 100 = 200$ ms para 1 repetidor proxy a 100 ms por salto con 2 saltos en total, para una suma total de $200 + 768 = 968$ ms).

5 Pueden definirse diversos niveles de servicio de datos para operar dentro del sistema descrito en el presente documento. Incluyen, pero no se limitan a, un servicio de mensaje sin acuse de recibo ("unackd") en el que los mensajes transmitidos de un nodo de origen a un nodo objetivo no requieren una respuesta del objetivo; un servicio de mensaje de repetición sin acuse de recibo ("unackd-rpt") que es un mensaje sin acuse de recibo transmitido un número específico de veces; un mensaje con acuse de recibo ("ackd") en el que el origen espera un simple acuse de recibo (o confirmación) transmitido desde el nodo objetivo después de la recepción del mensaje; y un mensaje de petición/respuesta ("petición/respuesta") en el que el origen espera una respuesta que contiene datos relacionados con el procesamiento real de la petición en el nodo objetivo. Sin embargo, debe observarse que pueden emplearse diversos tipos de servicio de mensaje adicionales mientras se cumple todavía con los principios subyacentes de la invención.

10 Obsérvese que cuando se pierde una respuesta en un canal desconectado, se evitan colisiones de mensajes en virtud del hecho de que todos los temporizadores de reintento de los nodos están fuera de sincronización el tiempo de retardo de propagación de paquetes entre ellos.

15 La figura 5b ilustra una secuencia de mensajes a modo de ejemplo cuando se produce un error de transmisión entre el agente proxy 520 y el objetivo proxy 530. Más particularmente, el mensaje 3 se pierde en el camino desde el agente proxy 520 hasta el objetivo proxy 530. El agente proxy 520, después de no recibir una respuesta desde el objetivo proxy 530 durante un periodo de tiempo de reintento predefinido, retransmite el mensaje (mensaje 4) y recibe una respuesta (mensaje 5). El repetidor proxy 510 en esta realización no retransmite el mensaje 2 mientras espera el mensaje 6 porque su temporizador de reintento está ajustado a un periodo más largo que el del agente proxy 520.

20 La figura 5c ilustra una secuencia de mensajes a modo de ejemplo cuando se pierde una respuesta intermedia (mensaje 5) transmitida desde el agente proxy 520 al repetidor proxy 510. El repetidor proxy 510 transmite el mensaje 2 (por ejemplo, un mensaje de petición/respuesta) al agente proxy 520 y, después de esperar una respuesta durante el periodo de tiempo de reintento, retransmite el mensaje (ilustrado como mensaje 7). El agente proxy 520 entonces retransmite el mensaje de respuesta (mensaje 8) al repetidor proxy 510.

25 Tal como se describe en mayor detalle a continuación, los nodos pueden programarse para almacenar mensajes y respuestas de mensajes en memoria. Por tanto, en la figura 5c, cuando el repetidor proxy 510 retransmite su mensaje (mensaje 7), el agente proxy 520 puede retransmitir inmediatamente la respuesta (mensaje 8) que almacenó previamente en memoria.

30 Debe observarse que, en el ejemplo anterior, el mensaje 6 es superfluo, pero inofensivo (es decir, el repetidor proxy 510 puede configurarse para ignorarlo). En una realización, el temporizador de reintento del origen proxy 500 puede ajustarse para que sea lo suficientemente largo para evitar esta retransmisión. Sin embargo, puede ser problemático en determinadas situaciones aumentar de manera exponencial los temporizadores de reintento de esta manera (por ejemplo, con un gran número de repetidores).

Flujo de respuesta

35 Para transacciones de petición/respuesta llevadas a cabo en una realización, aunque el paquete de respuesta retransmitido en sentido ascendente sea idéntico al enviado originalmente por el objetivo proxy 530, la dirección de origen de la respuesta recibida por el origen proxy 500 desde el primer repetidor 510 será la del repetidor, no la del objetivo proxy 530.

40 En una realización, cada repetidor/agente proxy almacena en memoria intermedia cualquier respuesta que recibe. De esta manera, si se pierde una respuesta en transmisión (por ejemplo, mensaje 5 de la figura 5c), y se recibe un reintento de petición, no será necesario recuperar de nuevo la respuesta desde la trayectoria en sentido descendente.

45 En una realización, esta característica de almacenamiento en memoria intermedia se efectúa en una capa proxy configurada en la pila de protocolos de red. Tal como se ilustra en la figura 6, en una realización, la capa proxy 620 reside entre una capa de transacción/autenticación 630 y una capa de variables de red 610. Tal como se indicó, estas capas corresponden aproximadamente con las capas de transporte/sesión (L4-5) y la capa de presentación (L6) del modelo de interconexión de sistemas abiertos ("OSI").

50 En una realización, una transacción agente/objetivo puede ser de un tipo diferente de transacción de la transacción repetidor/agente correspondiente. Por ejemplo, la transacción repetidor/agente puede ser un mensaje de petición/respuesta mientras que la transacción agente/objetivo puede ser una multidifusión de mensaje con acuse de recibo a un grupo de nodos. En esta realización, la respuesta transmitida desde el agente al repetidor puede ser un simple código de finalización de un byte que transmite el éxito o fracaso de la transacción subyacente. Por ejemplo, el agente podría enviar una multidifusión con acuse de recibo a un grupo y al recibir todos los acuses de recibo, enviar una respuesta de "éxito" en sentido ascendente. De manera similar, si la transacción agente/objetivo es de

petición/respuesta y no se recibe ninguna respuesta, puede enviarse una respuesta de “fracaso” en sentido ascendente junto con el índice de repetidor del nodo que detecta el fallo.

Prioridad

5 En una realización en la que se usan canales basados en contienda, pueden definirse prioridades de mensaje. Por ejemplo, un origen proxy 500 puede definir un nivel de prioridad (por ejemplo, prioridad = 1, 2, 3,... etc.) para cada mensaje que genera. En una realización, la prioridad puede heredarse estrictamente. Por ejemplo, si un origen proxy 500 define una prioridad, entonces se usa la prioridad por todos los repetidores proxy 510 y el agente proxy 520.

Autenticación

10 Pueden implementarse diversas técnicas de autenticación para proporcionar una transmisión de mensaje segura a través de la red. En una realización, la autenticación, al igual que la prioridad, puede heredarse. En esta realización, cada salto puede autenticarse por separado. Por ejemplo, el primer repetidor proxy puede desafiar al origen proxy y recibir una respuesta exitosa antes de retransmitir el mensaje proxy al siguiente repetidor proxy o agente proxy.

15 En una realización, con el fin de soportar el cambio de claves de autenticación, una clave de autenticación puede incrustarse en una cabecera de mensaje proxy para que el agente proxy 520 la use cuando se comunica con el objetivo proxy 530. Esta configuración trata el caso en el que el agente y el objetivo tienen diferentes claves de autenticación (presumiblemente sólo de manera temporal). En una realización, el origen proxy 500 garantiza que las claves de autenticación sean las mismas en los puntos intermedios de la cadena proxy (por ejemplo, los repetidores proxy 510) antes de usar autenticación. El agente proxy 520 de una realización puede usar la clave de autenticación sólo para esa transacción saliente en lugar de cambiar su propia clave.

20 La clave de autenticación transmitida para tales mensajes puede estar en la forma de un incremento de clave. En otras palabras, el agente proxy 520 usará su propia clave y añadirá el incremento de clave a la misma para derivar la clave del objetivo proxy 530. Esta característica proporcionará autenticación segura sin la necesidad de transmitir la clave de autenticación a través de un canal no seguro.

Multidifusión

25 En una realización, una difusión sin acuse de recibo y mensajes de grupo se tratan de manera especial. En este caso, cada repetidor proxy puede servir como un agente proxy y como un repetidor proxy. Cuando un repetidor proxy identifica una difusión sin acuse de recibo o mensaje de grupo como el mensaje que va a entregarse por el agente proxy (mirando hacia el final de la cabecera proxy), en primer lugar envía el mensaje como si fuera un agente proxy y luego retransmite el mensaje al siguiente repetidor proxy o agente proxy.

30 Obsérvese que cualquier nodo dado puede recibir tal multidifusión más de una vez. Por tanto, en una realización, es necesario que tales multidifusiones sean equipotentes.

Direccionamiento

35 En una realización, se usa un esquema de dominio único. Por tanto, los repetidores proxy 510 y el agente proxy 520 de esta realización pueden usar el mismo ID de dominio que el origen proxy 500. Por consiguiente, a los repetidores proxy 510 y a los agentes proxy 520 se les puede asignar un ID de dominio topológicamente más próximo al origen proxy 500 en primer lugar.

40 En una realización, el origen proxy 500 usa direccionamiento de unidifusión (por ejemplo, subred/nodo) para comunicarse con el primer repetidor proxy 520 (aunque también pueden usarse otros modos de direccionamiento). La cabecera proxy usada en esta realización puede contener sólo direcciones de unidifusión de modo que todos los mensajes de repetidor a repetidor y de repetidor a agente en sentido descendente sean unidifusiones.

Trayectoria alternativa

45 Algunos tipos de medios proporcionan múltiples trayectorias sobre las que transmitir. Por ejemplo, podrían usarse múltiples bandas de frecuencia para transmisión, siendo más probable que funcionen unas que otras dependiendo de tipos de interferencia. En una realización, el canal proporciona dos trayectorias, una trayectoria principal y una alternativa, y la trayectoria que va a usarse en cada salto se codifica por saltos en la cabecera proxy.

50 En esta realización, el algoritmo de selección de repetidores puede tener en cuenta la presencia de estas dos trayectorias. Cuando se mide la intensidad de señal, se llevan a cabo mediciones separadas en cada una de las dos trayectorias y cada trayectoria se considera como un candidato independiente. Puesto que las dos trayectorias pueden tener diferentes características de transmisión en términos de, por ejemplo, tiempo de transmisión, puede mantenerse un conjunto separado de valores umbral de intensidad de señal máximo y mínimo para las dos trayectorias diferentes.

Tablas de encaminamiento

5 Puede suministrarse al origen proxy una tabla de encaminamiento que contiene para cada dirección de unidifusión (subred/nodo o ID de nodo), una lista de repetidores y el agente que debe usarse para alcanzar esa dirección (por ejemplo, quizás un conjunto nulo), así como una primera trayectoria de elección para usar en cada salto. Para direcciones de multidifusión, la lista puede contener el conjunto de agentes a los que se entregará la multidifusión.

10 Realizaciones de la invención incluyen diversas etapas, que se han descrito anteriormente. Las etapas pueden implementarse en instrucciones ejecutables por máquina. Las instrucciones pueden usarse para hacer que un procesador de propósito general o de propósito especial realice determinadas etapas. Alternativamente, estas etapas pueden implementarse mediante componentes de hardware específicos que contienen lógica cableada para realizar las etapas, o mediante cualquier combinación de componentes informáticos programados y componentes de hardware personalizados.

15 También pueden proporcionarse realizaciones de la invención como un medio legible por máquina para almacenar las instrucciones ejecutables por máquina. El medio legible por máquina puede incluir, pero no se limita a, discos flexibles, discos ópticos, CD-ROM, y discos magneto-ópticos, ROM, RAM, EPROM, EEPROM, tarjetas ópticas o magnéticas, medios de propagación u otro tipo de medio legible por máquina/medios adecuados para almacenar instrucciones electrónicas. Por ejemplo, la presente invención puede descargarse como un programa informático que puede transferirse desde un ordenador remoto (por ejemplo, un servidor) hasta un ordenador solicitante (por ejemplo, un cliente) mediante señales de datos implementadas en una onda portadora u otro medio de propagación a través de un enlace de comunicación (por ejemplo, una conexión de red o módem).

20 A lo largo de toda la descripción anterior, con fines de explicación, se han expuesto numerosos detalles específicos con el fin de proporcionar un entendimiento en profundidad de la invención. Sin embargo, resultará evidente para un experto en la técnica que la invención puede ponerse en práctica sin algunos de estos detalles específicos.

25 Por ejemplo, mientras que la figura 1 ilustra una configuración de red terrestre, pueden implementarse diversas configuraciones no terrestres tales como difusión de radiofrecuencia, difusión por satélite, servicios de comunicación personal ("PCS"), sistema global para comunicaciones móviles ("GSM"), y celular (incluyendo acceso múltiple por división de código ("CDMA") y acceso múltiple por división de tiempo ("TDMA")) mientras se cumple todavía con los principios subyacentes de la invención. Además, una realización de la invención emplea una configuración de red heterogénea, incluyendo tanto componentes terrestres como no terrestres.

30 De manera similar, aunque la capa proxy se ilustra en la figura 6 entre la capa de transacción/autenticación 630 y la capa de variables de red 610, realizaciones alternativas pueden incorporar la misma funcionalidad proxy en otras capas en el modelo OSI. Por ejemplo, en una realización, las funciones de red descritas anteriormente se implementan en la capa de red/direccionamiento 640 (es decir, capa 3 OSI). En esta realización, el control y autenticación de transacción se implementaría de extremo a extremo (es decir entre el origen proxy 500 y el objetivo proxy 530) en lugar de de nodo a nodo individual tal como se describió anteriormente.

REIVINDICACIONES

1. Método para seleccionar repetidores que comprende: transmitir una primera señal de un primer nodo a un segundo nodo; medir la intensidad de señal de dicha primera señal en dicho segundo nodo; transmitir una segunda señal desde dicho segundo nodo a dicho primer nodo, almacenándose dicha intensidad de señal de dicha primera señal como datos en dicha segunda señal; medir la intensidad de señal de dicha segunda señal en dicho primer nodo; y seleccionar dicho segundo nodo como repetidor basándose en dicha intensidad de señal de dicha primera señal y/o dicha intensidad de señal de dicha segunda señal, en el que dicho primer nodo realiza la selección de dicho segundo nodo como repetidor basándose en dicha intensidad de señal de dicha primera señal y/o dicha intensidad de señal de dicha segunda señal.
2. Método según la reivindicación 1, que comprende además: seleccionar dicho segundo nodo como repetidor si dicha intensidad de señal de dicha primera señal está dentro de un intervalo especificado y dicha intensidad de señal de dicha segunda señal está dentro de un intervalo especificado.
3. Método según la reivindicación 1, que comprende además: seleccionar dicho segundo nodo como repetidor si la intensidad de señal combinada de dicha primera señal y dicha segunda señal está dentro de un intervalo especificado.
4. Método según la reivindicación 1, que comprende además: seleccionar dicho segundo nodo como repetidor si un promedio de dicha intensidad de señal de dicha primera señal y dicha intensidad de señal de dicha segunda señal está dentro de un intervalo especificado.
5. Método según la reivindicación 1, que comprende además: si dicho segundo nodo se selecciona como repetidor, transmitir una tercera señal desde dicho segundo nodo a un tercer nodo; medir la intensidad de señal de dicha tercera señal en dicho tercer nodo; transmitir una cuarta señal desde dicho tercer nodo a dicho segundo nodo, almacenándose la intensidad de señal medida de la tercera señal como datos en la cuarta señal; medir la intensidad de señal de dicha cuarta señal en dicho segundo nodo; y seleccionar dicho tercer nodo como repetidor de segundo nivel basándose en dicha intensidad de señal de dicha tercera señal y/o dicha intensidad de señal de dicha cuarta señal.
6. Método según la reivindicación 5, que comprende además: seleccionar dicho tercer nodo como repetidor de segundo nivel si dicha intensidad de señal de dicha tercera señal está dentro de un intervalo especificado y dicha intensidad de señal de dicha cuarta señal está dentro de un intervalo especificado.
7. Artículo de fabricación que incluye una secuencia de instrucciones que, cuando se ejecutan por un procesador de un primer nodo de red, hacen que dicho procesador: transmita una primera señal desde dicho primer nodo de red a un segundo nodo; mida la intensidad de señal de dicha primera señal en dicho segundo nodo; transmita una segunda señal desde dicho segundo nodo a dicho primer nodo, almacenándose dicha intensidad de señal de dicha primera señal como datos en dicha segunda señal; mida la intensidad de señal de dicha segunda señal en dicho primer nodo; y seleccione dicho segundo nodo como repetidor basándose en dicha intensidad de señal de dicha primera señal y/o dicha intensidad de señal de dicha segunda señal.
8. Artículo de fabricación según la reivindicación 7, que incluye instrucciones adicionales que, cuando se ejecutan por dicho procesador, hacen que dicho procesador: seleccione dicho segundo nodo como repetidor si dicha intensidad de señal de dicha primera señal está dentro de un intervalo especificado y dicha intensidad de señal de dicha segunda señal está dentro de un intervalo especificado.
9. Artículo de fabricación según la reivindicación 7, que incluye instrucciones adicionales que, cuando se ejecutan por dicho procesador, hacen que dicho procesador: seleccione dicho segundo nodo como repetidor si la intensidad de señal combinada de dicha primera señal y dicha segunda señal está dentro de un intervalo especificado.
10. Artículo de fabricación según la reivindicación 7, que incluye instrucciones adicionales que, cuando se ejecutan por un procesador, hacen que dicho procesador: seleccione dicho segundo nodo como repetidor si un promedio de dicha intensidad de señal de dicha primera señal y dicha intensidad de señal de dicha segunda señal está dentro de un intervalo especificado.
11. Artículo de fabricación según la reivindicación 7, en el que dicho primer nodo realiza la selección de dicho segundo nodo como repetidor basándose en dicha intensidad de señal de dicha primera señal y/o dicha intensidad de señal de dicha segunda señal.
12. Artículo de fabricación según la reivindicación 7, que incluye instrucciones adicionales que, cuando se ejecutan por un procesador, hacen que dicho procesador: si dicho segundo nodo se selecciona como repetidor, transmita una tercera señal desde dicho segundo nodo a un tercer nodo; mida la intensidad de señal de dicha tercera señal en dicho tercer nodo; transmita una cuarta señal desde dicho tercer nodo a dicho segundo nodo; mida la intensidad de señal de dicha cuarta señal en dicho segundo nodo; y seleccione dicho tercer nodo como repetidor de segundo nivel basándose en dicha intensidad de señal de dicha tercera señal y/o dicha intensidad de señal de dicha cuarta señal.

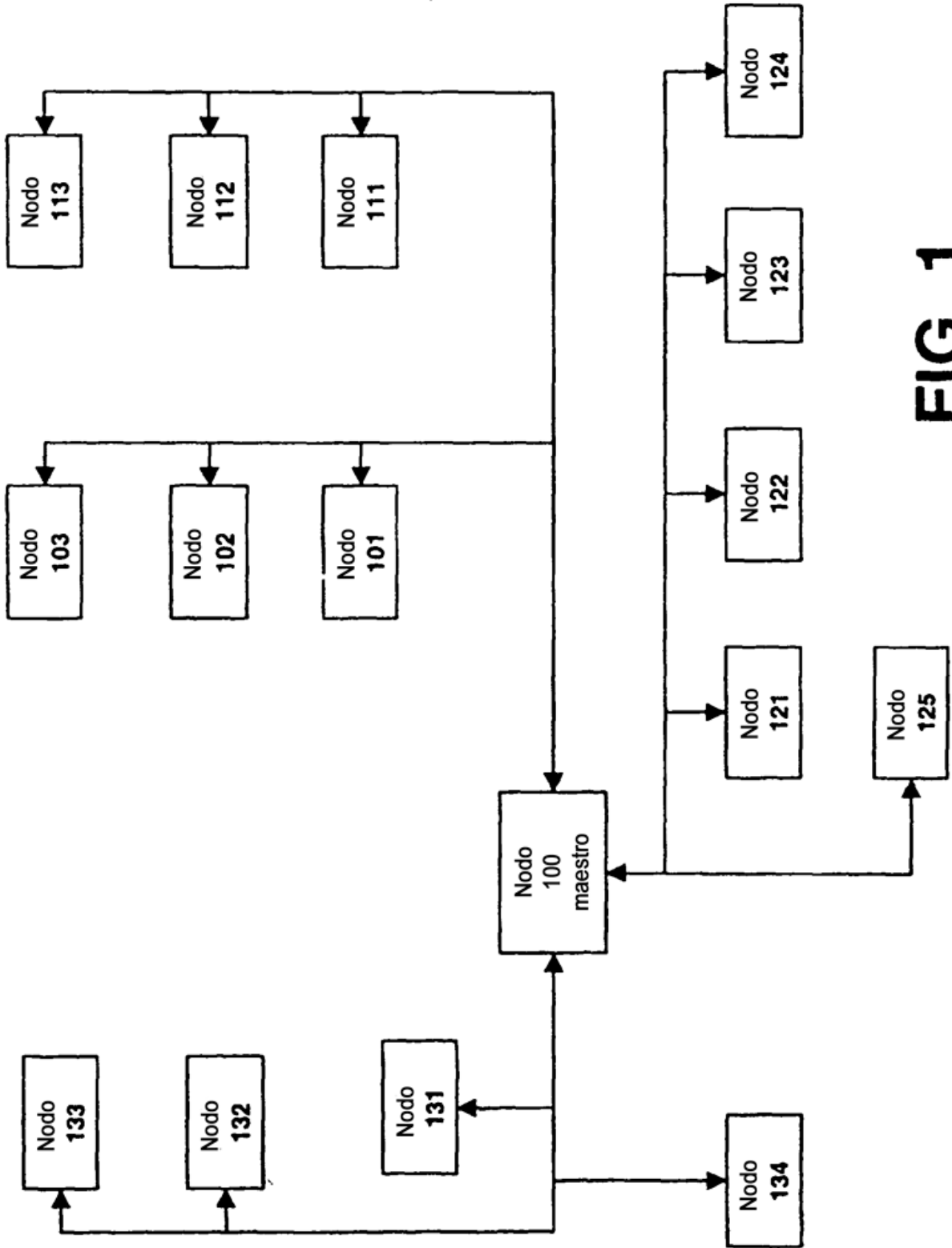


FIG. 1

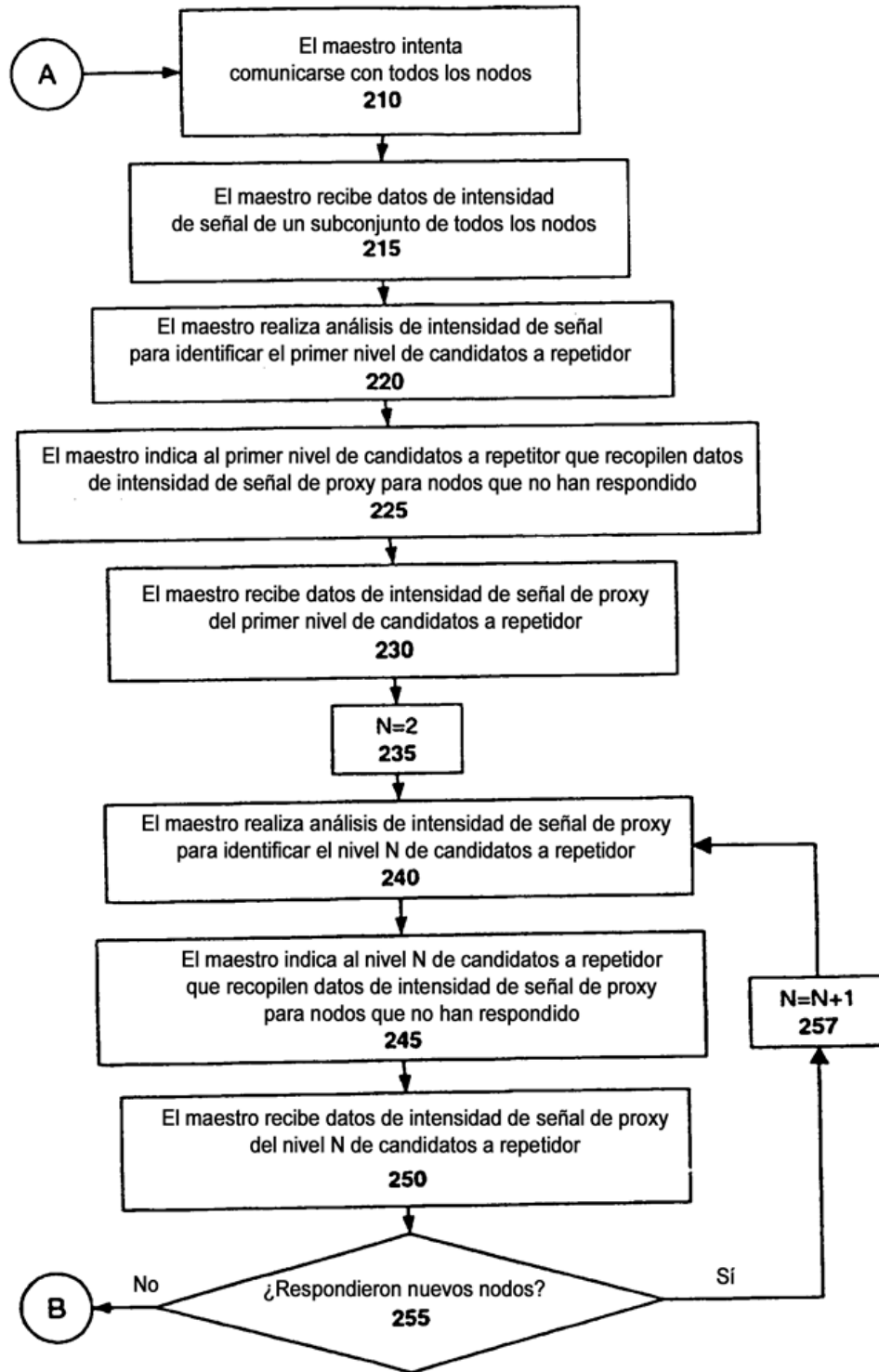


FIG. 2a

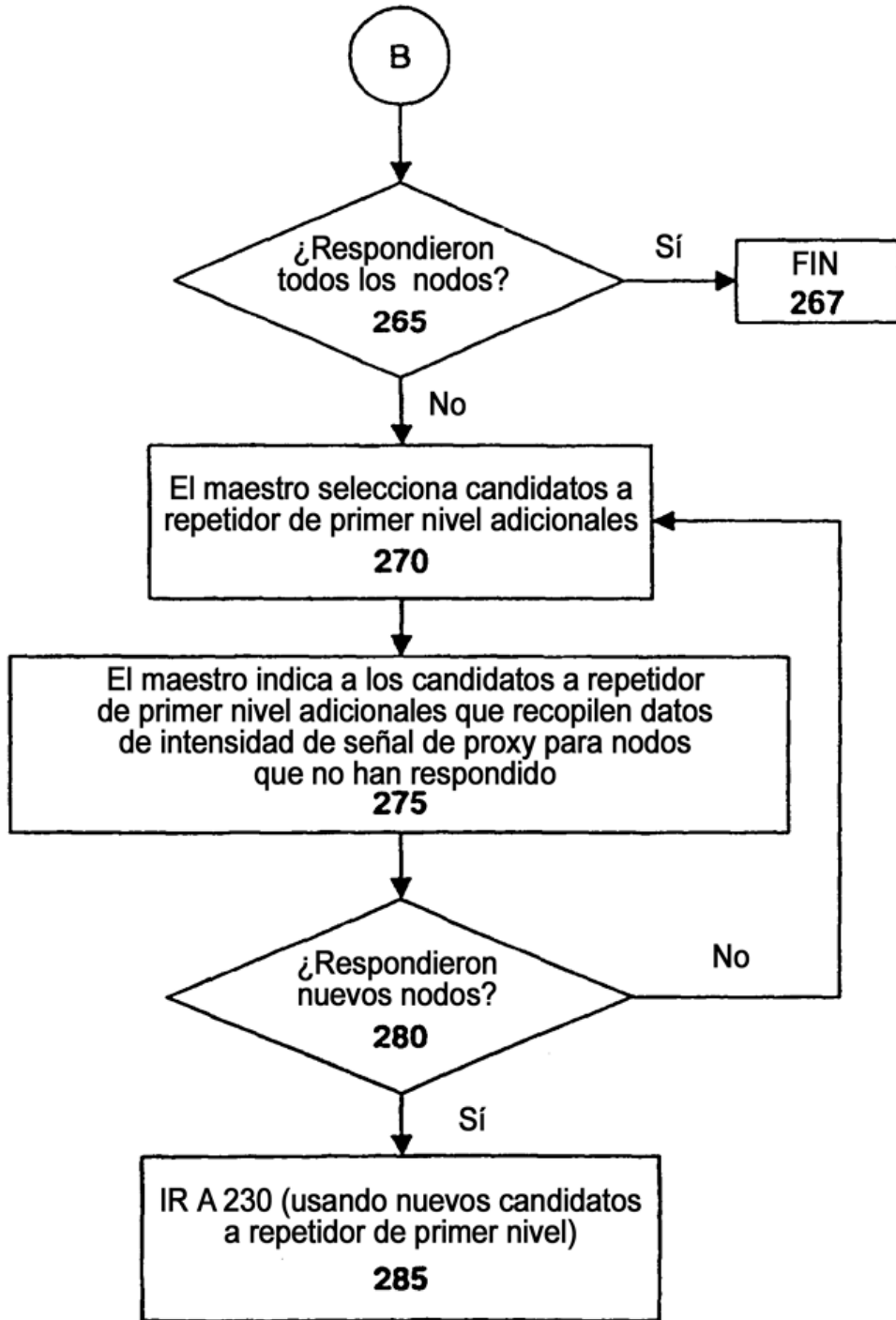


FIG. 2b

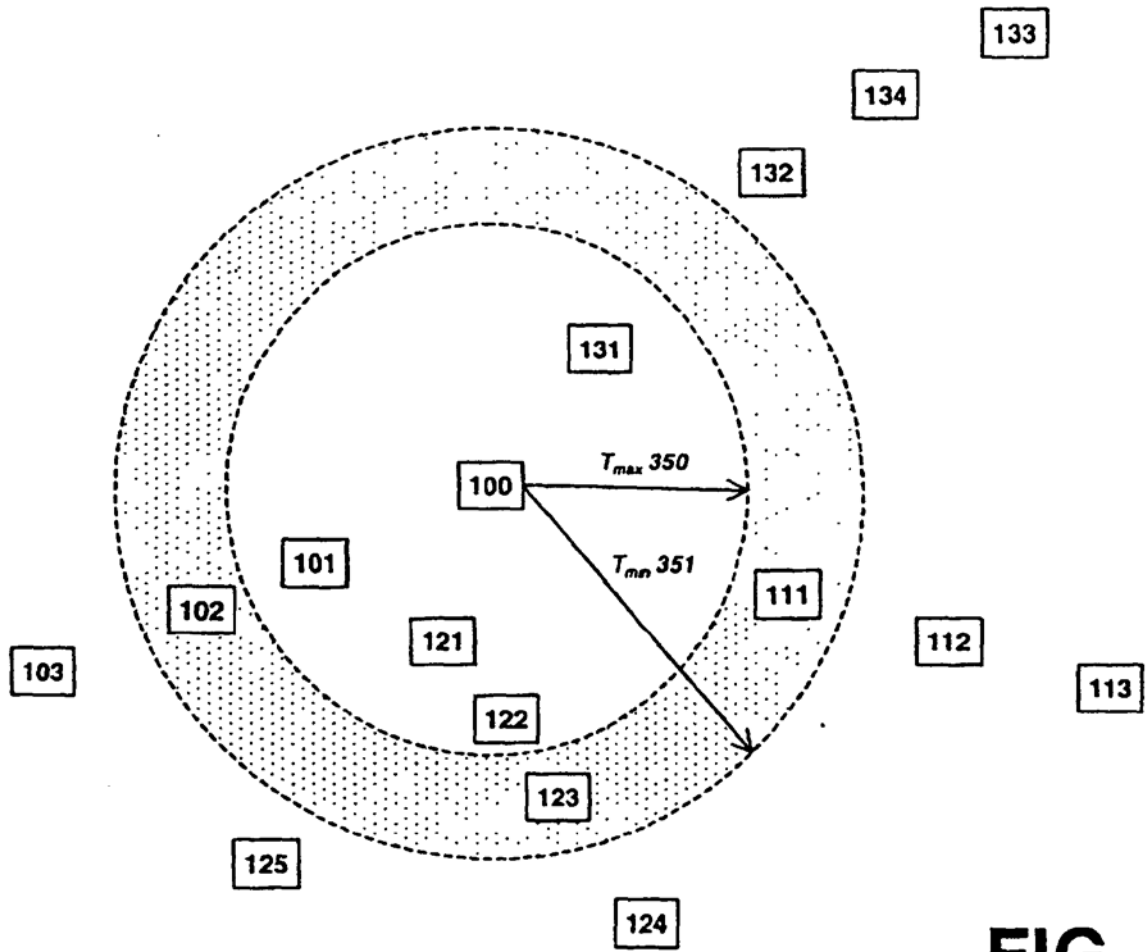


FIG. 3

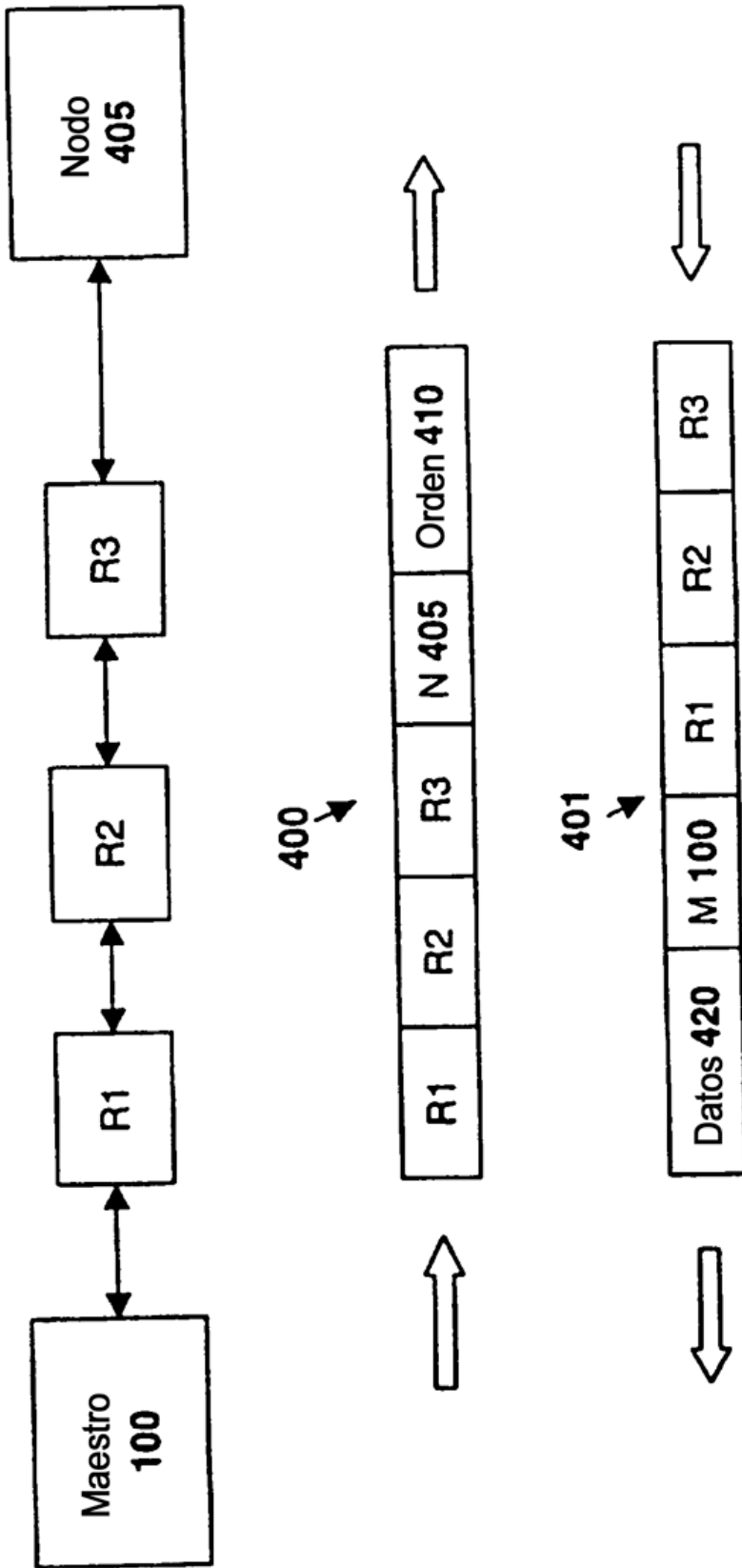


FIG. 4

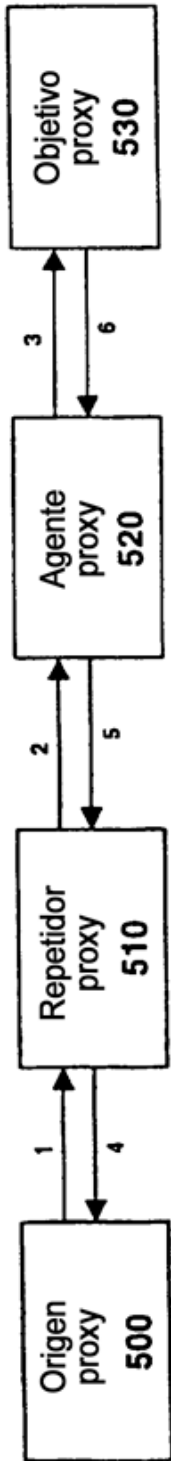


FIG. 5a

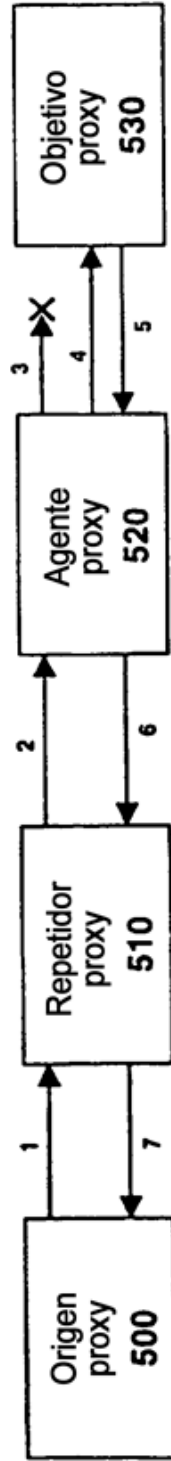


FIG. 5b

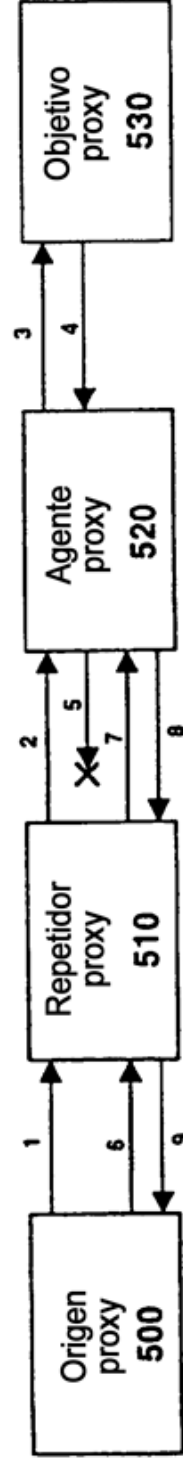


FIG. 5c

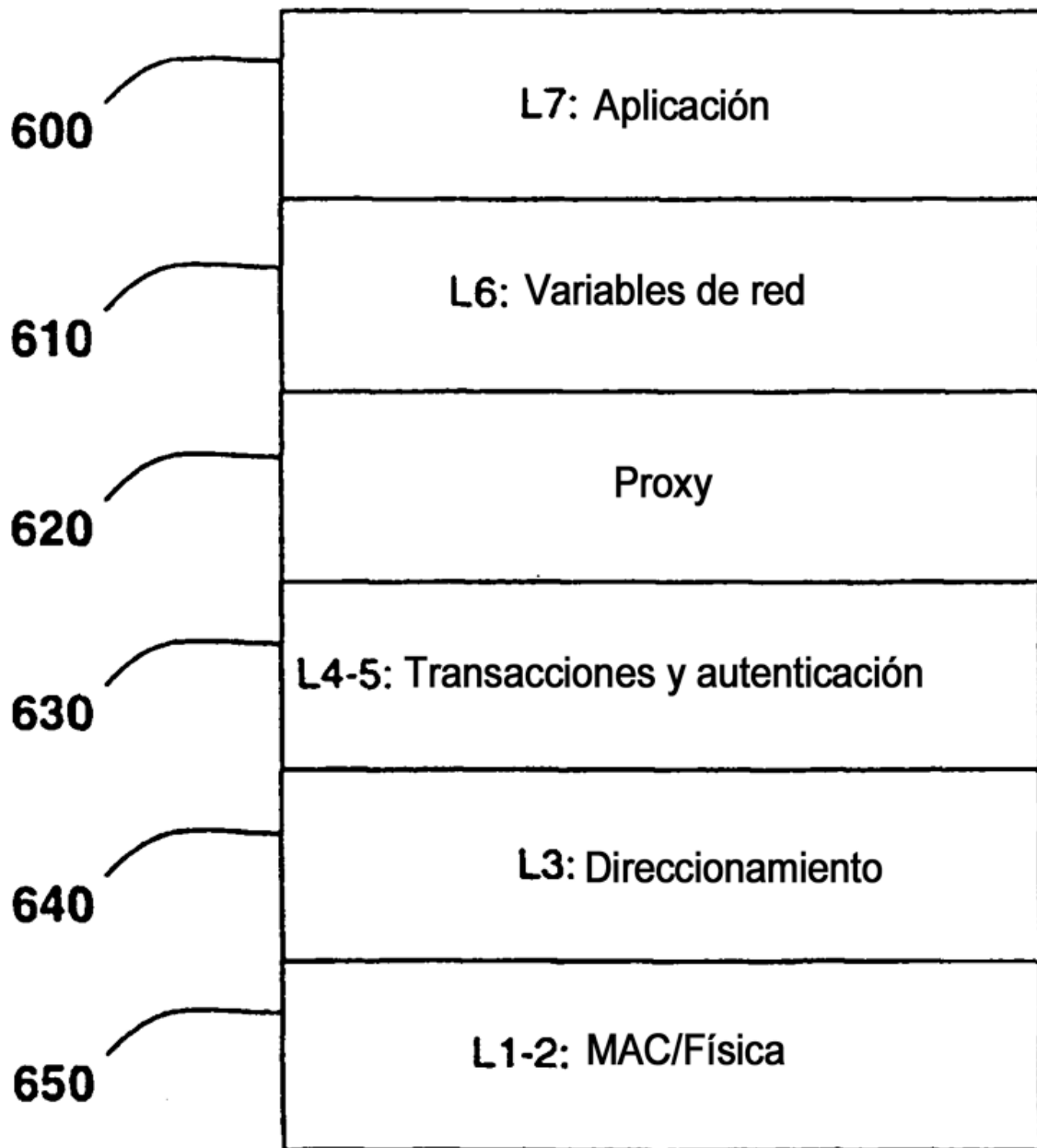


FIG. 6