

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 963 277**

51 Int. Cl.:

G08B 3/10 (2006.01)

H04R 27/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.11.2020** **E 20207698 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.10.2023** **EP 3822930**

54 Título: **Comunicaciones de audio en malla sincronizadas**

30 Prioridad:

14.11.2019 US 201962935240 P

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

26.03.2024

73 Titular/es:

**CARRIER CORPORATION (100.0%)
13995 Pasteur Blvd.
Palm Beach Gardens, FL 33418, US**

72 Inventor/es:

**PIECH, MARCIN;
WITCZAK, TADEUSZ PAWEL;
MAJCHRZAK, LUKASZ y
MILCAREK, DAWID**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 963 277 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

Comunicaciones de audio en malla sincronizadas

5 Antecedentes

El tema descrito en la presente memoria se refiere generalmente a redes en malla y, más particularmente, a una red en malla de nodos para proporcionar audio a un espacio.

10 Los sistemas de protección de edificios existentes emplean una combinación de diferentes sensores, actuadores y avisadores que se comunican a través de conexiones cableadas con un panel de control de protección de edificios, tal como un panel de incendios. Dentro de estos sistemas, los avisadores usados para advertencias de audio en tiempo real (por ejemplo, transmitir mensajes en vivo a los ocupantes) o, alternativamente, para mensajes pregrabados y transmisión de música requieren múltiples pares de cables
15 (por ejemplo, para transferencia de energía y datos) y a menudo no facilitan enviar diferentes mensajes a diferentes zonas dentro de un edificio. Además, tanto los grandes sistemas de audio cableados como inalámbricos sufren largos retardos entre nodos distantes entre sí, lo que puede dar lugar a una reproducción de voz repetida y superpuesta que es difícil de entender. De hecho, el Código Nacional de Señalización y Alarmas contra Incendios, NFPA 72, exige la reproducción sincronizada de señales y mensajes de advertencia
20 para sistemas de comunicación de alarma/voz de emergencia (EVACS) dentro de espacios comerciales e industriales. El documento US 9 743 372 B2 describe un método y aparato para sincronizar una salida de audio de una serie de nodos en una red. La sincronización se realiza determinando un tiempo de desfase en una pasarela de red y/o en el nodo, un tiempo que tarda el comando de inicio en llegar a un nodo, que luego da instrucciones al nodo para que comience a reproducir un tono de audio indicado a partir de un tiempo de desfase, sincronizando así la salida de este nodo con otros nodos en la salida. El documento US 9 516 440 B2 describe una invención que permite la reproducción de audio a través de múltiples dispositivos de audio en un entorno. La reproducción de audio se puede sincronizar mediante un dispositivo central que añade datos de marca de tiempo a cada trama de audio que determina el tiempo en el que se reproducirá cada dato de audio
25 en los nodos. El documento US 2019/045475 A1 describe una tecnología para sincronizar los relojes internos de dispositivos en una red en malla. El método comprende que un nodo envíe un mensaje a un temporizador central designado y determine el retardo del transporte entre el dispositivo y el temporizador central. Este retardo del transporte se usa para desfasar la marca de tiempo recibida del temporizador central y actualizar el reloj interno del dispositivo. El documento US 2003/046032 A1 describe un sistema y un método para transmitir datos audiovisuales donde la ubicación de destino puede detectar cualquier trama que falte y solicitar las tramas que falten a la ubicación del emisor. La detección de tramas que faltan se realiza comparando la numeración de secuencia de tramas sucesivas o los datos de marca de tiempo de las tramas y detectando si falta alguno.

Compendio

40 Desde un primer aspecto, la presente invención proporciona un sistema de comunicación. El sistema comprende: un nodo raíz que comprende un procesador, una memoria y un módulo de comunicaciones configurado para establecer comunicaciones con una pluralidad de nodos que definen una red en malla; y una pluralidad de nodos en comunicación con el nodo raíz, definiendo la pluralidad de nodos una red en malla. El
45 nodo raíz está configurado para transmitir datos de audio a la pluralidad de nodos, y la pluralidad de nodos está configurada para producir audio correspondiente a los datos de audio. El sistema se caracteriza por que: los datos de audio se transmiten a la pluralidad de nodos en una serie de tramas, en donde cada trama incluye un identificador de trama y un mensaje que contiene los datos de audio; el nodo raíz está configurado además para: determinar un retardo de tiempo para cada nodo de la pluralidad de nodos; y transmitir un código de
50 retardo a la pluralidad de nodos, estando configurado cada uno de la pluralidad de nodos para producir el audio correspondiente a los datos de audio en un tiempo correspondiente al código de retardo. Un nodo de la pluralidad de nodos está configurado para: detectar una trama que falta en respuesta a una secuencia de identificadores de trama; y cuando el nodo de la pluralidad de nodos detecta la trama que falta y un tiempo de reproducción mayor que el tiempo para la retransmisión de datos entre el nodo raíz y el nodo de la pluralidad
55 de nodos, envía una solicitud al nodo raíz para reenviar la trama que falta.

Cada uno de la pluralidad de nodos puede estar asociado con un identificador de nodo único.

El nodo raíz puede configurarse para asociar cada uno de la pluralidad de nodos con un identificador de zona.

60 La determinación del retardo de tiempo para cada nodo de la pluralidad de nodos puede comprender que el nodo raíz envíe un mensaje de inicialización que incluya una marca de tiempo a cada uno de la pluralidad de nodos y reciba un mensaje de respuesta de cada nodo de la pluralidad de nodos que indique el retardo de tiempo.

65 El nodo raíz puede reenviar la trama que falte con una prioridad alta.

Desde un segundo aspecto, la presente invención proporciona un método para enviar mensajes entre un nodo raíz y una pluralidad de nodos en comunicación con el nodo raíz, definiendo la pluralidad de nodos una red en malla. El método incluye en el nodo raíz: transmitir datos de audio a la pluralidad de nodos, la pluralidad de nodos configurados para producir audio correspondiente a los datos de audio. El método se caracteriza por: el nodo raíz determina un retardo de tiempo para cada nodo de la pluralidad de nodos; y el nodo raíz transmite un código de retardo a la pluralidad de nodos, produciendo cada uno de la pluralidad de nodos el audio correspondiente a los datos de audio en un tiempo correspondiente al código de retardo. Los datos de audio se transmiten a la pluralidad de nodos en una serie de tramas, en donde cada trama incluye un identificador de trama y un mensaje que contiene los datos de audio. Un nodo de la pluralidad de nodos recibe la serie de tramas, y el nodo de la pluralidad de nodos detecta una trama que falta en respuesta a una secuencia de identificadores de trama. Cuando el nodo de la pluralidad de nodos detecta la trama que falta, el nodo de la pluralidad de nodos envía una solicitud al nodo raíz para reenviar la trama que falta cuando un tiempo de reproducción es mayor que un tiempo de retransmisión de datos entre el nodo raíz y el nodo de la pluralidad de nodos.

Cada uno de la pluralidad de nodos puede estar asociado con un identificador de nodo único.

El nodo raíz puede estar asociado a cada uno de la pluralidad de nodos con un identificador de zona.

La determinación del retardo de tiempo para cada nodo de la pluralidad de nodos puede comprender que el nodo raíz envíe un mensaje de inicialización que incluya una marca de tiempo a cada uno de la pluralidad de nodos y reciba un mensaje de respuesta de cada nodo de la pluralidad de nodos que indique el retardo de tiempo.

Los efectos técnicos de las realizaciones de la presente descripción incluyen la capacidad de sincronizar el audio generado en los nodos de una red en malla.

Las características y elementos anteriores pueden combinarse en diversas combinaciones sin exclusividad, salvo que se indique expresamente lo contrario. Estas características y elementos, así como su funcionamiento, se harán más evidentes a la luz de la siguiente descripción y de los dibujos adjuntos. Debe entenderse, sin embargo, que la siguiente descripción y dibujos pretenden ser de naturaleza ilustrativa y explicativa y no limitativa.

Breve descripción de los dibujos

La presente descripción se ilustra a modo de ejemplo y no se limita en las figuras adjuntas en las que números de referencia similares indican elementos similares.

La FIG. 1 representa un sistema de comunicaciones.

La FIG. 2 representa un nodo.

La FIG. 3 representa nodos dispuestos en zonas.

La FIG. 4 representa retardos de tiempo entre nodos.

La FIG. 5 representa audio generado en nodos sin sincronización.

La FIG. 6 representa audio generado en nodos con sincronización.

La FIG. 7 representa la inicialización de la red en malla.

La FIG. 8 representa la transmisión de mensajes desde un nodo raíz a un nodo.

La FIG. 9 representa un proceso para detectar mensajes que faltan.

Descripción detallada

La FIG. 1 representa un sistema 10 de comunicaciones en una realización de ejemplo. El sistema 10 de comunicaciones incluye un panel 12 de control que puede ser un panel de control para un sistema de alarma asociado con un espacio, por ejemplo, un edificio. Una pluralidad de nodos 14 están en comunicación inalámbrica con el panel 12 de control y con nodos 14 cercanos. Los nodos 14 definen una red en malla usando un protocolo de comunicaciones, tal como Wi-Fi, Bluetooth, BLE, ZigBee, Z-Wave, etc. Cada nodo 14 puede ser alimentado por líneas de alimentación conectadas al panel o por líneas de alimentación conectadas a un fuente de alimentación independiente. Los nodos 14 pueden recibir alimentación de otras fuentes, tales como

una batería instalada en cada nodo 14. La batería en cada nodo 14 puede ser recargable. El panel 12 también incluye un nodo, que puede servir como nodo 14R raíz de la red en malla. Aunque no se muestran, también se pueden conectar otros dispositivos al panel y a los nodos 14, tales como dispositivos de detección (por ejemplo, detectores de humo, monóxido de carbono y otras condiciones peligrosas, detectores de movimiento, etc.),
5 estaciones de alerta (tales como puntos de llamada, estaciones de llamada, etc.).

La FIG. 2 representa un nodo 14 en una realización de ejemplo. Cada nodo 14 puede construirse de manera similar. Un módulo 20 de comunicaciones proporciona comunicaciones entre los nodos 14 usando un protocolo de comunicaciones inalámbrico, tal como Wi-Fi, Bluetooth, BLE, ZigBee, Z-Wave, etc. Un procesador 22 controla el funcionamiento del nodo 14. El procesador 22 puede ser, entre otros, un sistema de procesador único o multiprocesador de cualquiera de una amplia gama de arquitecturas posibles, que incluyen circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), unidad de microcontrolador (MCU), unidad central de procesamiento (CPU), procesador de señal digital (DSP), matriz de puertas programables en campo (FPGA) o hardware de unidad de procesamiento de gráficos (GPU) dispuestos de forma homogénea o heterogénea. Una memoria 24 proporciona almacenamiento de instrucciones y datos. La memoria 24 puede ser, pero no se limita a, una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM) u otro medio electrónico, óptico, magnético o cualquier otro medio legible por ordenador. La memoria puede almacenar instrucciones ejecutables que, cuando las ejecuta el procesador 22, hacen que el procesador 22 realice las operaciones descritas en la presente memoria. De lo contrario, la memoria puede integrarse en el sistema procesador, por lo que el procesador 22 y la memoria 24 se convierten en un único circuito integrado. Un altavoz 26 proporciona salida de audio, es decir, sonido, desde el nodo 14.
10
15
20

En funcionamiento, con referencia a las FIGs. 1 y 2, el panel 12 sirve como nodo 14R raíz y envía datos de audio a los nodos 14 dispuestos en la red en malla para proporcionar el audio (producido como sonido) a diversas ubicaciones en un espacio. A cada nodo 14, incluido el nodo 14R raíz en el panel 12, se le asigna un identificador de nodo único, y los nodos 14 pueden comunicarse con cualquier otro nodo 14 en la red en malla usando el identificador de nodo.
25

La FIG. 3 representa nodos 14 dispuestos en zonas en una realización de ejemplo. Los nodos 14 se pueden asignar a zonas asociando el identificador de nodo con un identificador de zona. El nodo 14R raíz puede gestionar la asociación de los identificadores de nodo asociados con cada identificador de zona, de manera que se direccionen los nodos 14 adecuados cuando se proporcionan datos de audio a una zona específica. En otras realizaciones, la asociación de los identificadores de nodo con cada identificador de zona puede ser gestionada por el panel 12 o por un dispositivo conectado comunicativamente al nodo 14R raíz a través del panel 12, y las asociaciones comunicadas a través del nodo 14R raíz.
30
35

La FIG. 4 representa retardos de tiempo entre los nodos 14 en una realización de ejemplo. El retardo de tiempo entre nodos es el tiempo necesario para que una señal viaje entre nodos. Como se muestra en la FIG. 4, el retardo de tiempo entre un nodo 14R raíz en el panel 12 y el nodo 14a es t_{Ra} . El retardo de tiempo entre el nodo 14a y el nodo 14b es t_{ab} . El retardo de tiempo entre el nodo 14a y el nodo 14c es t_{ac} . El retardo de tiempo entre el nodo 14b y el nodo 14c es t_{bc} .
40

La FIG. 5 representa audio generado en los nodos 14a, 14b y 14c sin sincronización en una realización de ejemplo. El nodo 14R raíz en el panel 12 envía una señal de audio al nodo 14a, que luego reenvía la señal de audio a los nodos 14b y 14c. Como se muestra en la FIG. 5, la señal del nodo 14R raíz en el panel 12 llega al nodo 14a después del retardo t_1 de tiempo. Sin sincronización, el nodo 14a producirá audio al recibir la señal de audio. El nodo 14b recibe la señal de audio del nodo 14a después del retardo t_2 de tiempo y produce audio al recibir la señal de audio. El nodo 14c recibe la señal de audio del nodo 14a después del retardo t_3 de tiempo, y produce audio al recibir la señal de audio. Sin sincronización, los nodos 14a, 14b y 14c generan audio en tiempos desfasados, lo que dará como resultado que el audio sea difícil de entender para las personas que se encuentren cerca de los nodos 14a, 14b y 14c.
45
50

La FIG. 6 representa audio generado en los nodos 14a, 14b y 14c cuando se emplea sincronización en una realización de ejemplo como se describe más adelante con relación a la FIG. 7.
55

La FIG. 7 representa una inicialización y sincronización de los nodos 14 en la red en malla realizada antes del funcionamiento normal del sistema de comunicaciones. El nodo 14R raíz en el panel 12 envía un mensaje de inicialización (por ejemplo, un ping) a cada nodo 14 usando un identificador 58 de nodo asociado con cada nodo 14. Cada trama incluye un identificador 56 de tipo de trama que especifica si el mensaje se usa para inicialización (por ejemplo, PING y ACKN) o para transmisión de datos (por ejemplo, DATOS), un identificador 60 de zona que se usa si los nodos están dispuestos en zonas, como se muestra en la FIG. 3, y un identificador 62 de trama que identifica de forma única la trama y puede ser usado por el nodo 14 receptor para determinar si un mensaje se recibe en una secuencia adecuada o si se pierde. Un campo 66 de corrección de errores indica si la corrección de errores está habilitada o no. El campo 68 de mensaje contiene datos ejemplares tales como un clip de audio. Una marca 64 de tiempo de trama indica cuándo se originó el mensaje de inicialización. Se indica mediante $t_{\text{marca-tiempo-trama}}$ y se puede usar en el nodo 14 receptor para determinar el tiempo 69 de
60
65

transmisión, Δt_{PING} en comparación con el tiempo actual indicado mediante t_{reloj} . El tiempo 69 de transmisión indica cuánto tiempo tardó el mensaje de inicialización en llegar al nodo 14 respectivo. Cada nodo 14 lee y decodifica el mensaje de datos y luego responde al nodo 14R raíz con un mensaje de acuse de recibo que incluye el tiempo de transmisión para ese nodo 14. El nodo 14R raíz recibe un mensaje retransmitido desde el
 5 nodo 14 con su identificador de nodo, marca de tiempo original única, $t_{\text{marca-tiempo-trama}}$ y el tiempo de transmisión. El nodo 14R raíz también puede determinar el tiempo de retransmisión, $\Delta t_{\text{retransmisión}}$ que combina el tiempo que lleva transmitir el mensaje al nodo 14, procesarlo en el nodo 14 y recibir acuse de recibo del nodo 14. El mensaje de confirmación puede contener campos de datos nulos o vacíos para una transmisión más rápida a través de la red. El nodo 14R raíz almacena tanto la transmisión como el identificador de nodo para cada nodo
 10 14 en la red en malla y también puede almacenar tiempos de retransmisión.

Para sincronizar el audio generado en cada nodo, el nodo 14R raíz determina qué nodos 14 deben recibir la señal de audio, por ejemplo, determinando qué nodos 14 están en una zona específica a la que se dirigen los datos de audio desde el panel 12. El nodo 14R raíz determina entonces qué nodo, de los nodos para producir
 15 audio, tiene el mayor tiempo de transmisión. En el ejemplo de las FIGs. 4 y 6, el nodo 14c tiene el mayor tiempo de retardo de t_3 . Cuando el nodo 14R raíz envía la señal de audio a los nodos 14a, 14b y 14c, el nodo 14R raíz también envía un código de retardo que indica a cada nodo 14 que haga una pausa hasta el tiempo t_3 para generar el audio. Como se muestra en la FIG. 6, esto da como resultado que los nodos 14a y 14b retrasen la generación del audio hasta el tiempo t_3 . De esta manera, se sincroniza el audio producido en los nodos 14a,
 20 14b y 14c.

La sincronización del audio producido en los nodos 14a, 14b y 14c de las FIGs. 4 y 6 es solo un ejemplo. Se puede realizar un proceso similar independientemente del número de nodos que producen audio en la red en malla y/o si los nodos están dispuestos en zonas.
 25

La FIG. 8 representa mensajes enviados desde un nodo 14R raíz a un nodo 14 en una realización de ejemplo. El nodo 14R raíz envía paquetes de audio a los nodos en una serie de tramas. Cada trama se construye de manera similar a las tramas de inicialización analizadas anteriormente en referencia a la FIG. 7. Se puede usar una marca 64 de tiempo de trama que indica el tiempo de transmisión de la trama en el nodo 14 receptor para
 30 reconstruir mensajes en el orden correcto. Si la corrección de errores está habilitada, es posible que se incluyan mensajes duplicados en la trama. Un mensaje 68 que incluye datos que se transmiten desde el nodo 14R raíz al nodo 14 también puede denominarse paquete. En las realizaciones de las FIGs. 1-3, el mensaje 68 incluye datos de audio que se procesan en uno o más nodos 14 para producir audio en cada nodo 14.

La FIG. 8 también representa la reproducción de los mensajes en un nodo 14 y la detección de mensajes que faltan. Se usa un período 70 de búfer ($\Delta t_{\text{búfer}}$) para almacenar en búfer la reproducción de los mensajes en el
 35 nodo 14. Si se habilita la corrección de errores, entonces se usa un período 72 de corrección de errores para procesar datos duplicados para detectar y corregir errores, si están presentes. Durante un período 74 de síntesis de mensajes, los mensajes de las tramas, incluidos los datos de audio, se decodifican y se disponen para producir el audio en el nodo 14.
 40

Siguiendo con referencia a las FIGs. 8 y 9, el nodo 14 está configurado para detectar mensajes que faltan y solicitar una nueva trama desde el nodo 14R raíz. La FIG. 9 representa un proceso para la detección y reemplazo de mensajes perdidos en una realización de ejemplo que aborda los tiempos de reproducción y retransmisión representados en la FIG. 8 como $\Delta t_{\text{reproducción}}$ y $\Delta t_{\text{retransmisión}}$. El proceso se describe con respecto
 45 a un nodo 14R raíz y un nodo 14, pero se aplica a todos los nodos 14 en la red en malla. En 100, el nodo 14R raíz envía tramas al nodo 14. Las tramas están configuradas como se muestra en la FIG. 8, por ejemplo, tramas B-J. En 102, el nodo 14 comienza a recibir tramas. Las tramas pueden almacenarse en búfer durante el período 70 de búfer. En 104, el nodo 14 determina si falta una trama. El nodo 14 puede determinar que falta una trama comparando la secuencia de identificadores 62 de trama. Si no faltan tramas, el flujo del proceso vuelve a 100
 50 y el nodo 14 continúa recibiendo tramas.

Si en 104, el nodo 14 determina que falta una trama, el flujo continúa en 106 donde el nodo determina si un tiempo de reproducción, $\Delta t_{\text{reproducción}}$, es mayor que el tiempo de retransmisión, $\Delta t_{\text{retransmisión}}$, entre el nodo 14R
 55 raíz y el nodo 14. El tiempo de reproducción corresponde al tiempo disponible hasta que el mensaje dado deba reproducirse en la secuencia correcta. El tiempo de reproducción se mide desde la recepción de la primera trama y se calcula usando el tiempo de búfer y la longitud de los mensajes reproducidos. Si en 106 el tiempo de reproducción no es mayor que el tiempo de retransmisión entre el nodo 14R raíz y el nodo 14, el flujo vuelve a 100. En este caso, el mensaje que falta no se recibe en el nodo y la reproducción no se corrige.
 60

Si en 106 el tiempo de reproducción es mayor que el tiempo de retransmisión entre el nodo 14R raíz y el nodo 14, el flujo continúa en 108 donde el nodo 14 envía una solicitud al nodo 14R raíz para reenviar la trama que falta. La trama reenviada puede enviarse con una prioridad más alta que las transmisiones estándar entre el
 65 nodo 14R raíz y el(los) nodo(s) 14, de manera que la trama a reenviar sea enviada por el nodo 14R antes que otras tramas que se están enviando en el orden correcto. En este caso, el mensaje que falta se recibe en el nodo y la reproducción se corrige adecuadamente.

Ventajosamente, las realizaciones de la presente descripción proporcionan la capacidad de generar audio en una pluralidad de nodos de una red en malla de manera sincronizada. Esto es particularmente útil durante los anuncios públicos en directo.

5

Como se ha descrito anteriormente, las realizaciones pueden adoptar la forma procesos y dispositivos implementados por un procesador para practicar esos procesos, tal como un procesador en un nodo 14R raíz y un nodo 14. Las realizaciones también pueden adoptar la forma de código de programa informático que contiene instrucciones incorporadas en medios tangibles, tales como almacenamiento en la nube en red, tarjetas SD, unidades flash y discos duros o cualquier otro medio de almacenamiento legible por ordenador. Las realizaciones también pueden adoptar la forma de un código de programa informático transmitido a través de algún medio de transmisión, tal como a través de cableado o cableado eléctrico, a través de fibra óptica o mediante radiación electromagnética. Cuando se implementan en un microprocesador de propósito general, el código de programa informático configura el microprocesador o microcontrolador para crear circuitos lógicos específicos.

10

15

La terminología usada en la presente memoria es a los efectos de describir ejemplos de realizaciones particulares únicamente y no pretende ser limitante. Como se usan en la presente memoria, se pretende que las formas singulares "un", "una", "el" y "la" incluyan también las formas plurales, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Se comprenderá además que los términos "comprende" y/o "que comprende", cuando se usan en la presente memoria descriptiva, especifican la presencia de características, números enteros, etapas, operaciones, elementos y/o componentes, pero no excluyen la presencia o incorporación de una o más de otras características, números enteros, etapas, operaciones, elementos, componentes y/o grupos de los mismos.

20

25

Según se describe en la presente memoria, en algunas realizaciones pueden tener lugar diversas funciones o acciones en una ubicación dada y/o en conexión con el funcionamiento de uno o más aparatos, sistemas o dispositivos. Por ejemplo, en algunas realizaciones, una parte de una función o acción dada se puede realizar en un primer dispositivo o ubicación, y el resto de la función o acción se puede realizar en uno o más dispositivos o ubicaciones adicionales. Además, un experto en la técnica apreciará que las etapas descritas junto con las figuras ilustrativas se pueden realizar en un orden diferente al indicado, y que la una o más etapas ilustradas pueden ser opcionales.

30

Los expertos en la técnica apreciarán que se muestran y describen en la presente memoria diversas realizaciones de ejemplo, cada una de las cuales tiene ciertas características en las realizaciones particulares, pero la presente invención no se limita a ello. Más bien, la invención puede modificarse para incorporar cualquier número de variaciones, alteraciones, sustituciones, combinaciones, subcombinaciones o disposiciones equivalentes no descritas hasta ahora, pero que sean acordes con el alcance de la presente invención, que se define en las reivindicaciones. Adicionalmente, aunque se han descrito diversas realizaciones de la invención, debe comprenderse que los aspectos de la invención pueden incluir solo algunas de las realizaciones descritas. Por tanto, la invención no debe verse como limitada por la anterior descripción, sino que está solo limitada por el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

35

40

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (10) de comunicación que comprende:

5 un nodo (14R) raíz que comprende un procesador, una memoria y un módulo de comunicaciones configurado para establecer comunicaciones con una pluralidad de nodos (14) que definen una red en malla; y
una pluralidad de nodos (14) en comunicación con el nodo (14R) raíz, definiendo la pluralidad de nodos una red en malla;
10 el nodo raíz está configurado para transmitir datos de audio a la pluralidad de nodos, y la pluralidad de nodos está configurada para producir audio correspondiente a los datos de audio;
caracterizado por que:
15 los datos de audio se transmiten a la pluralidad de nodos en una serie de tramas, en donde cada trama incluye un identificador de trama y un mensaje que contiene los datos de audio;
el nodo (14R) raíz está además configurado para:
20 determinar un retardo de tiempo para cada nodo de la pluralidad de nodos; y
transmitir un código de retardo a la pluralidad de nodos, estando configurado cada uno de la pluralidad de nodos para producir el audio correspondiente a los datos de audio en un tiempo correspondiente al código de retardo; y
25 un nodo de la pluralidad de nodos está configurado para:
detectar una trama que falta en respuesta a una secuencia de identificadores de trama; y
30 al detectar el nodo de la pluralidad de nodos la trama que falta y un tiempo de reproducción mayor que un tiempo de retransmisión de datos entre el nodo raíz y el nodo de la pluralidad de nodos, enviar una solicitud al nodo raíz para que reenvíe la trama que falta.

35 2. El sistema de comunicaciones de la reivindicación 1, en donde:

cada uno de la pluralidad de nodos está asociado con un identificador de nodo único, y/o
el nodo raíz está configurado para asociar cada uno de la pluralidad de nodos con un identificador de zona.

40 3. El sistema de comunicaciones de la reivindicación 1 o 2, en donde:

la determinación del retardo de tiempo para cada nodo de la pluralidad de nodos comprende que el nodo raíz envíe un mensaje de inicialización que incluya una marca de tiempo a cada uno de la pluralidad de nodos y reciba un mensaje de respuesta de cada nodo de la pluralidad de nodos que indique el retardo de tiempo.

45 4. El sistema de comunicaciones de la reivindicación 1, 2 o 3 en donde:

el nodo raíz está configurado para reenviar la trama que falta con una alta prioridad.

50 5. Un método para enviar mensajes entre un nodo (14R) raíz y una pluralidad de nodos (14) en comunicación con el nodo raíz, definiendo la pluralidad de nodos una red en malla, comprendiendo el método:

en el nodo raíz:

55 transmitir datos de audio a la pluralidad de nodos, estando configurada la pluralidad de nodos para producir audio correspondiente a los datos de audio; estando caracterizado el método por:

el nodo raíz que determina un retardo de tiempo para cada nodo de la pluralidad de nodos;

60 el nodo raíz que transmite un código de retardo a la pluralidad de nodos, cada uno de la pluralidad de nodos que produce el audio correspondiente a los datos de audio en un tiempo correspondiente al código de retardo; y

65 los datos de audio que se transmiten a la pluralidad de nodos en una serie de tramas, en donde cada trama

incluye un identificador de trama y un mensaje que contiene los datos de audio;

un nodo de la pluralidad de nodos que recibe la serie de tramas, y el nodo de la pluralidad de nodos que detecta una trama que falta en respuesta a una secuencia de identificadores de trama;

5

cuando el nodo de la pluralidad de nodos detecta la trama que falta, el nodo de la pluralidad de nodos envía una solicitud al nodo raíz para reenviar la trama que falta cuando un tiempo de reproducción es mayor que un tiempo de retransmisión de datos entre el nodo raíz y el nodo de la pluralidad de nodos.

10 6. El método de la reivindicación 5, en donde:

cada uno de la pluralidad de nodos está asociado con un identificador de nodo único, y/o

el nodo raíz asocia cada uno de la pluralidad de nodos con un identificador de zona.

15

7. El método de la reivindicación 5 o 6, en donde:

la determinación del retardo de tiempo para cada nodo de la pluralidad de nodos comprende que el nodo raíz envíe un mensaje de inicialización que incluya una marca de tiempo a cada uno de la pluralidad de nodos y reciba un mensaje de respuesta de cada nodo de la pluralidad de nodos que indique el retardo de tiempo.

20

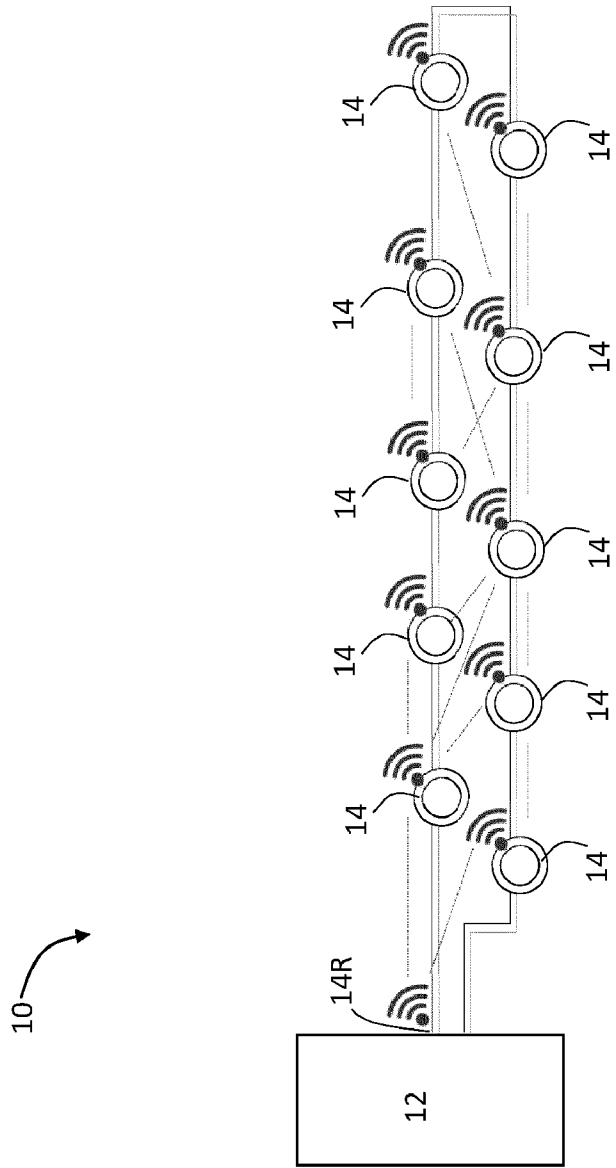


FIG. 1

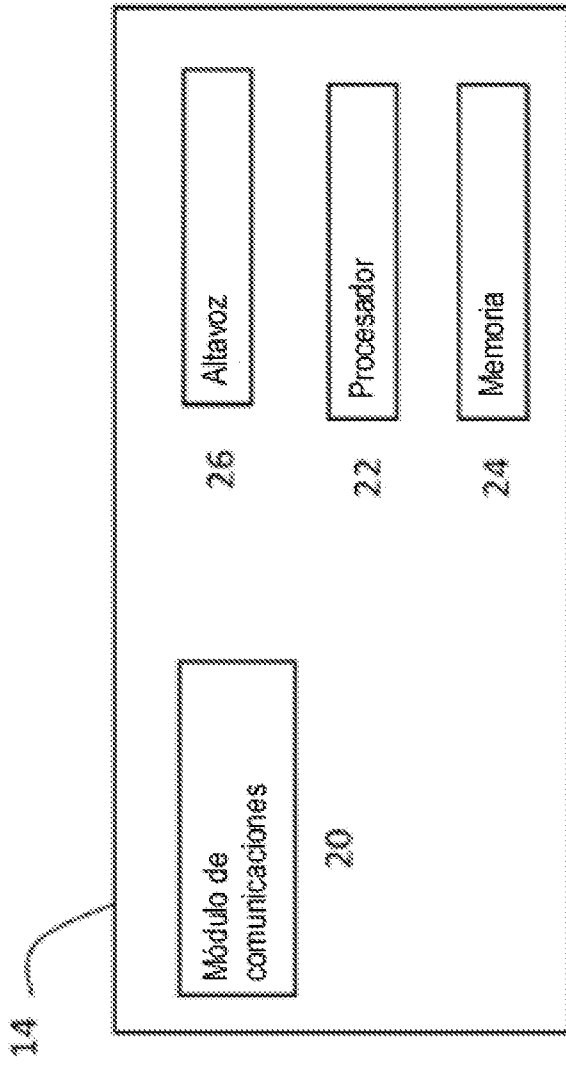


FIG. 2

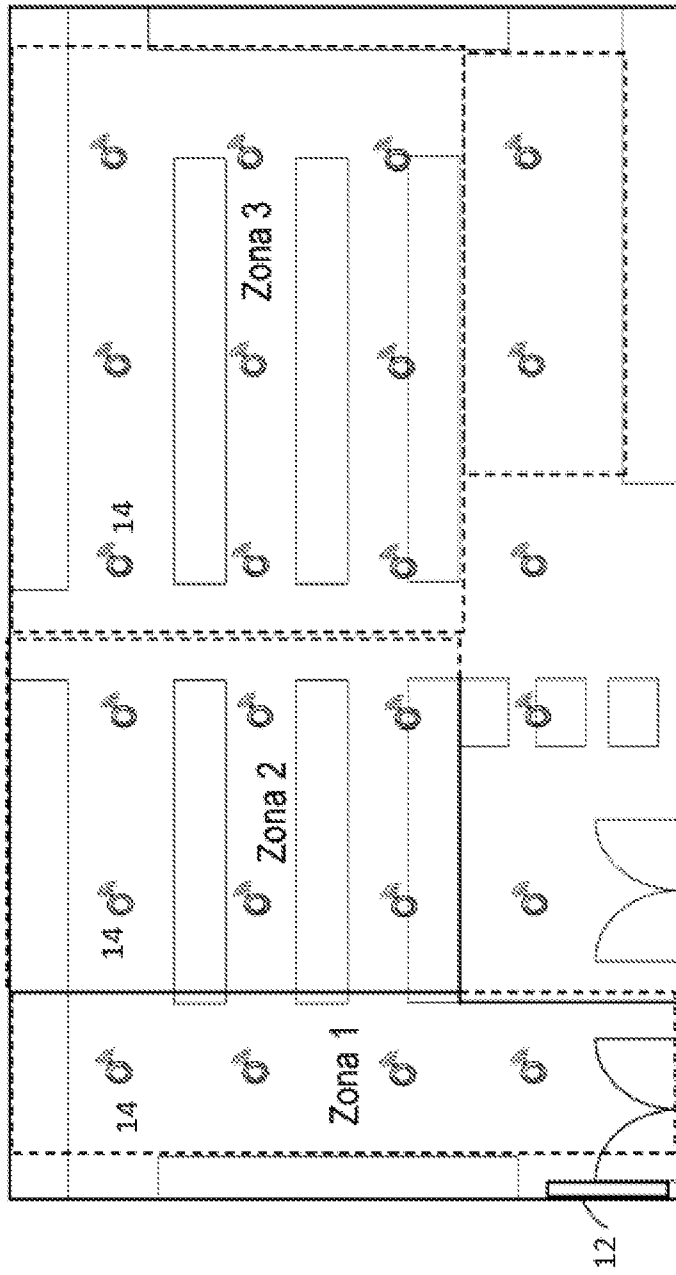


FIG. 3

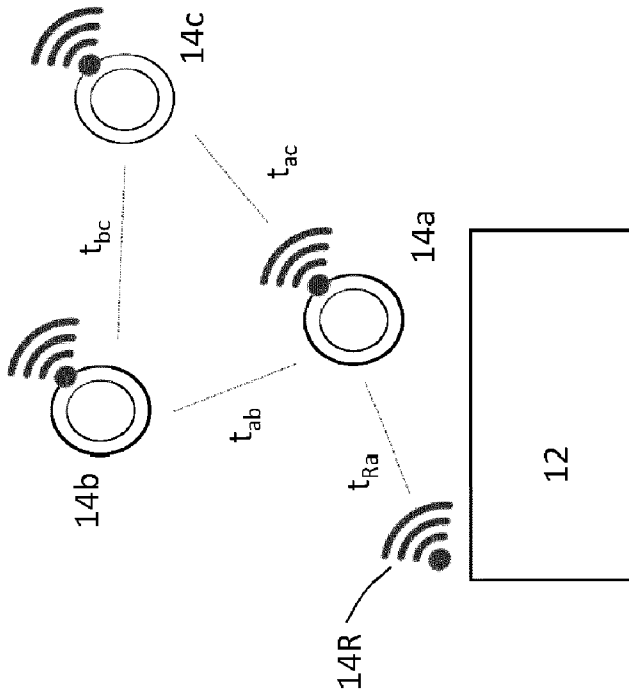


FIG. 4

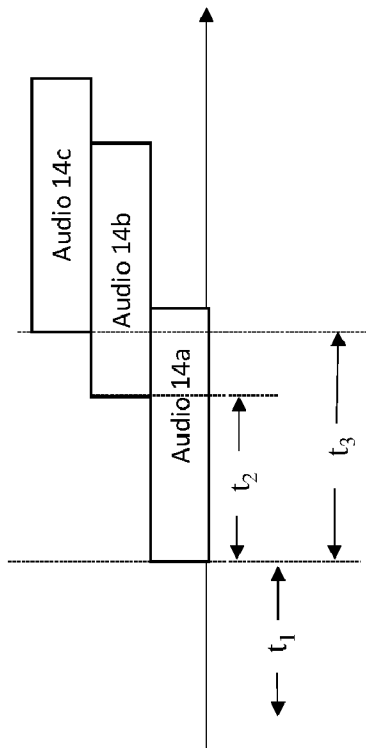


FIG. 5

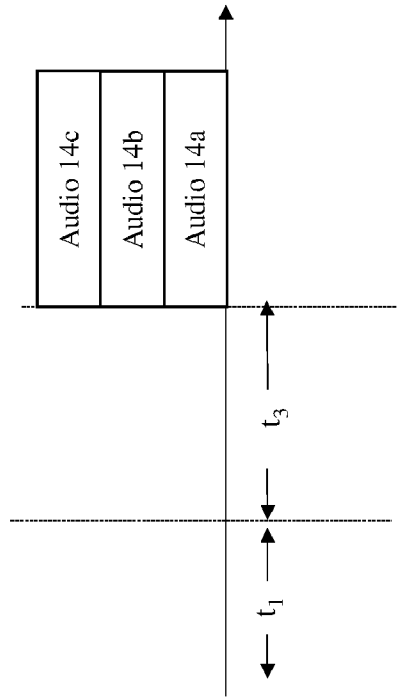


FIG. 6

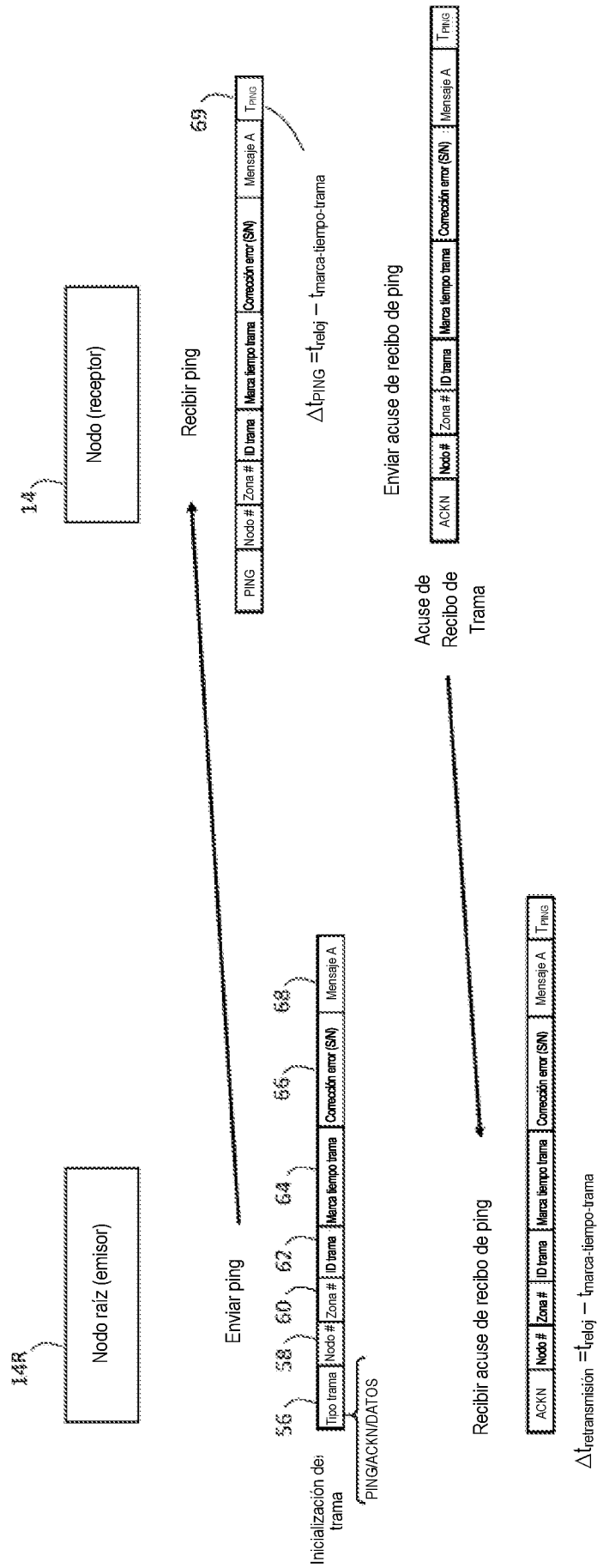


FIG. 7

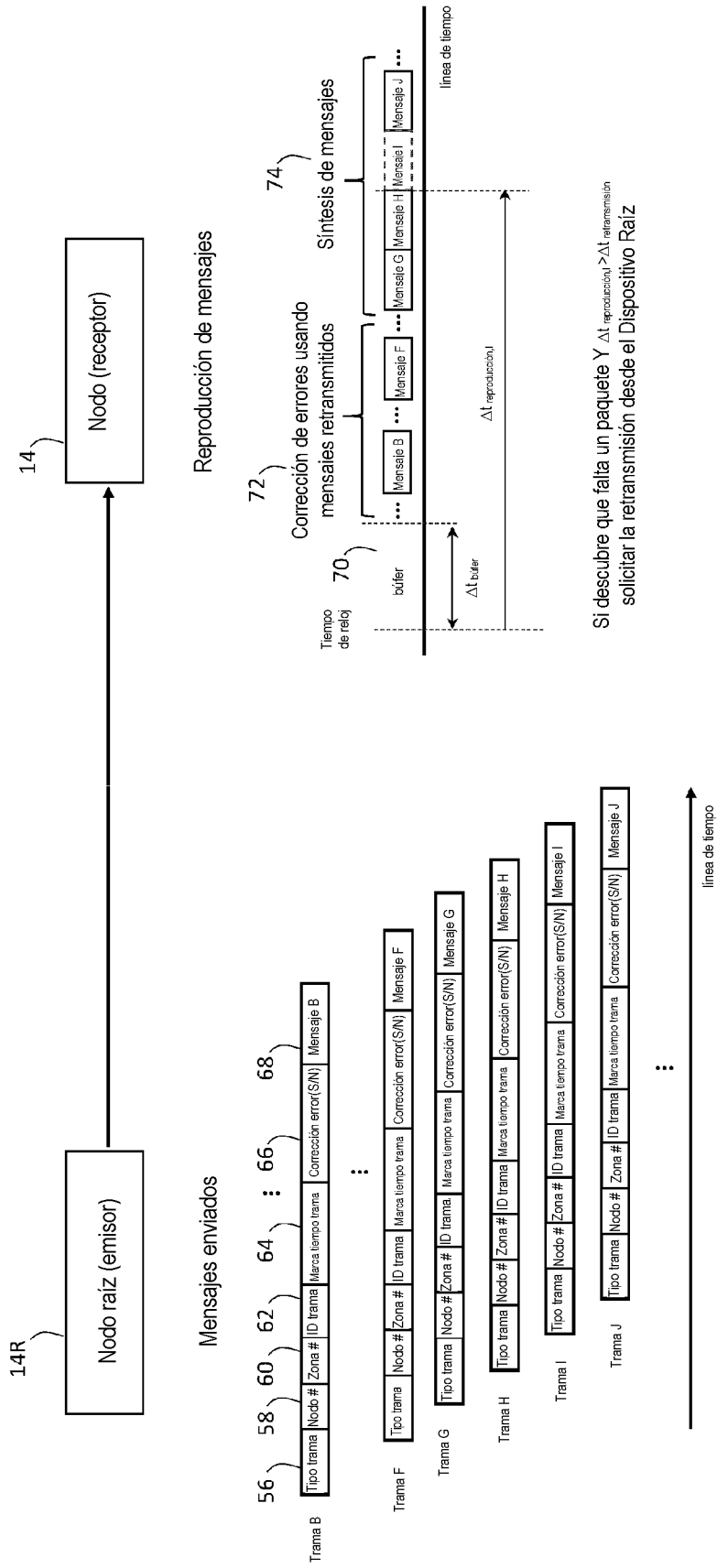


FIG. 8

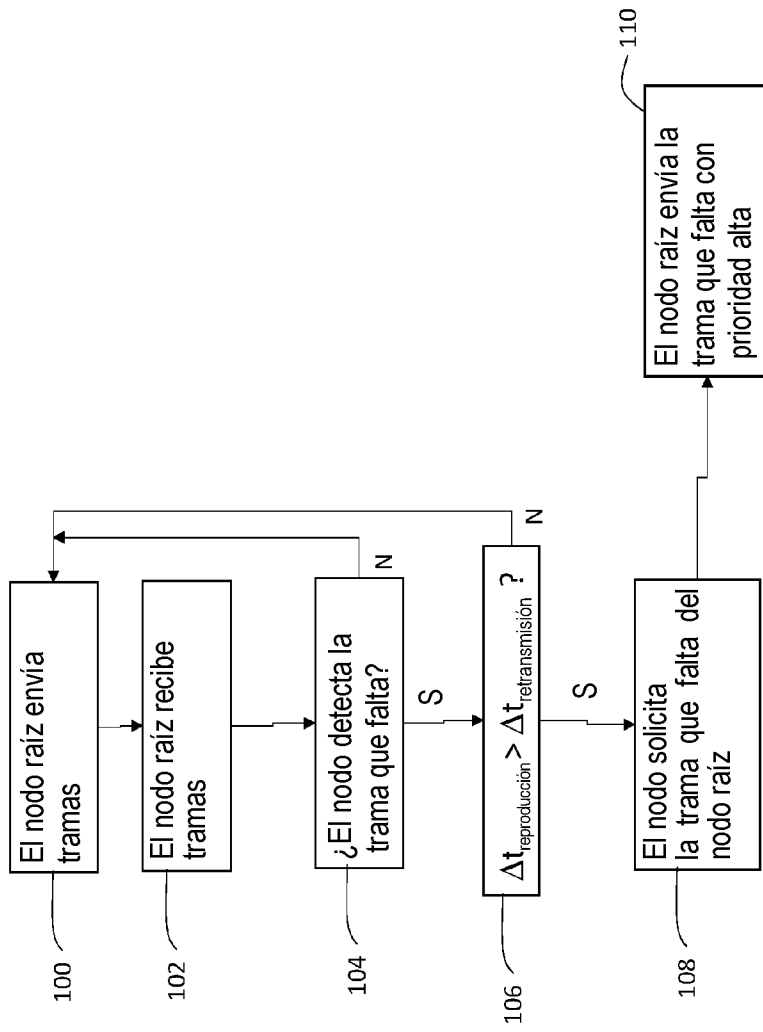


FIG. 9