(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 972 435**

(51) Int. Cl.:

H04W 4/80 (2008.01)
H04W 72/25 (2013.01)
H04W 28/08 (2013.01)
H04W 28/082 (2013.01)
H04W 84/18 (2009.01)
H04W 4/70 (2008.01)
H04W 88/06 (2009.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.03.2020 PCT/EP2020/055645**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **17.09.2020 WO20182562**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.03.2020 E 20707116 (8)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.11.2023 EP 3939370**

(54) Título: **Comunicación centrada en el receptor mediante tecnologías de red combinadas para una fiabilidad mejorada**

(30) Prioridad:

14.03.2019 EP 19162813

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.06.2024

(73) Titular/es:

SIGNIFY HOLDING B.V. (100.0%)
High Tech Campus 48
5656 AE Eindhoven, NL

(72) Inventor/es:

WANG, XIANGYU

(74) Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

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

Comunicación centrada en el receptor mediante tecnologías de red combinadas para una fiabilidad mejorada

Campo de la invención

La invención se refiere al campo de la comunicación de dispositivos de red en redes de tipo malla de múltiples saltos, tales como - pero sin limitación - redes Zigbee, para su uso en diversas aplicaciones diferentes de Internet de las Cosas (IoT) para el hogar, la oficina, el comercio minorista, hostelería e industria.

Antecedentes de la invención

Las redes Zigbee representan otro tipo de redes inalámbricas de bajo consumo/bajo coste, que permiten la comunicación de múltiples saltos entre dispositivos en una topología de malla. Los dispositivos Zigbee ofrecen un consumo de energía y un coste reducidos, junto con la capacidad de interconexión en red en malla, lo que los hace adecuados para su uso en despliegues a gran escala. Ejemplos de aplicaciones de redes de malla Zigbee incluyen domótica, automatización de edificios, servicios minoristas, energía inteligente y sistemas de iluminación de interiores inalámbricos.

Más específicamente, Zigbee es una especificación basada en IEEE 802.15.4 para un conjunto de protocolos de comunicación de alto nivel usados para crear redes de área personal con radios digitales pequeñas y de baja potencia. El principal beneficio de la tecnología Zigbee es su integración vertical, es decir, la disponibilidad de una pila de protocolos normalizados completa a partir de IEEE 802.15.4 para las capas inferiores hasta la capa de red y la especificación de la capa de aplicación; a diferencia de otras tecnologías de redes inalámbricas, como Thread, Bluetooth o Wi-Fi. Las redes Zigbee se usan ampliamente en diferentes aplicaciones, tales como el hogar, el comercio minorista y la industria/oficina. Las aplicaciones incluyen interruptores de luz inalámbricos, lámparas, termostatos, diversos sensores, contadores eléctricos con pantallas en el hogar, sistemas de gestión de tráfico y otros equipos industriales y de consumo que requieren transferencia de datos inalámbrica de corto alcance y baja velocidad. Su bajo consumo de energía limita las distancias de transmisión a 10-100 m de línea de visión, dependiendo de la salida de potencia y las características ambientales. Los dispositivos Zigbee pueden transmitir datos a largas distancias pasando datos a través de una red en malla de dispositivos intermedios.

La denominada norma Enlace Ligero de Zigbee (Zigbee Light Link (ZLL)) es una norma de red en malla de bajo consumo usada por los sistemas de iluminación conectados. La pila ZLL consta de cuatro capas: física (PHY), control de acceso al medio (MAC), red (NWK) y aplicación (APL). Las dos capas inferiores, PHY y MAC, están definidas en la especificación IEEE 802.15.4-2003. Durante la configuración inicial, un dispositivo ZLL realiza un procedimiento de puesta en marcha para obtener la clave de red. La puesta en marcha es un proceso en el que se configura una nueva red ZLL o se añade un nuevo dispositivo ZLL a una red existente.

Los avances recientes en el diseño de circuitos integrados han hecho posible combinar la tecnología Bluetooth de Baja Energía (BLE) y Zigbee en un único chip de radio, lo que permite que un dispositivo de bajo consumo y bajo coste opere como parte tanto de una red BLE como de una red Zigbee al mismo tiempo, aprovechando un único módulo de radio inalámbrico. Esto se puede lograr cambiando rápidamente las operaciones de los dispositivos BLE y Zigbee a lo largo del tiempo, de modo que el dispositivo permanezca conectado y opere en ambas redes simultáneamente. La posibilidad de tener un dispositivo restringido operando simultáneamente en redes BLE y Zigbee (o cualquier otra combinación de redes de un único salto y de múltiples saltos) abre nuevas soluciones para mejorar las limitaciones de estas tecnologías existentes. BLE es una tecnología de red inalámbrica de bajo consumo y bajo coste que permite la comunicación de un único salto en una topología en estrella entre un nodo maestro y un número limitado de nodos esclavos restringidos en potencia. BLE proporciona conectividad eficiente en energía entre dispositivos esclavos restringidos en potencia y un dispositivo maestro menos restringido en potencia. Un ejemplo de una red BLE puede consistir en un dispositivo de teléfono móvil como maestro, que puede proporcionar conectividad a Internet a un ecosistema de dispositivos restringidos en recursos, tales como sensores, llevables y dispositivos de automatización de edificios.

La disponibilidad de los llamados chips de radio combinados (por ejemplo, Zigbee/BLE, BLE/Wi-Fi u otras combinaciones de protocolos de único salto y de múltiples saltos), donde hay dos pilas de protocolos inalámbricos que comparten un extremo frontal de radio en el dominio del tiempo, hace posibles nuevas características para los sistemas de IoT, tales como los sistemas de iluminación de IoT. Las nuevas características incluyen el control directo de las funciones del nodo (por ejemplo, iluminación inalámbrica) a través de conexiones de un único salto (por ejemplo, BLE) desde un móvil, posicionamiento de teléfonos móviles a través de señales de un único salto (por ejemplo, BLE) enviadas desde sistemas de IoT inalámbricos y rastreo de activos a través de etiquetas móviles de un único salto (por ejemplo, BLE), cuyas señales se reciben por sistemas de IoT (por ejemplo, redes de iluminación inalámbrica aéreas).

Un ejemplo de una aplicación que hace uso de chips de radio que pueden combinar BLE y Zigbee se desvela en el documento WO2018/228883 A1, que desvela un sistema y un método para ampliar la cobertura de una red de un único salto inalámbrica (por ejemplo, red BLE) retransmitiendo mensajes de la red de un único salto inalámbrica en

una red de múltiples saltos inalámbrica (por ejemplo, la red de malla ZigBee), beneficiándose de una capacidad combinada de un único salto/múltiples saltos (por ejemplo, BLE/ZigBee) de dispositivos combinados inalámbricos que pueden hacer un puente sin interrupciones entre las dos redes inalámbricas.

Si bien existen claros beneficios de los chips de radio combinados en los sistemas de IoT, también existe una restricción común que los diseños de sistemas deben abordar mientras se equilibra el rendimiento del control de iluminación clásico y el rendimiento de las nuevas características añadidas. La restricción común surge del hecho de que, si bien hay dos pilas de protocolos de radio, únicamente hay un extremo frontal de radio que ha de compartirse entre las dos pilas de protocolos de radio. Esto puede provocar una degradación de rendimiento significativa de al menos un protocolo de radio si no se gestiona bien.

En el caso ilustrativo de transmisiones Zigbee para control de iluminación en un sistema de iluminación basado en Zigbee, se inserta un planificador de radio BLE/Zigbee entre las capas de protocolo de MAC y PHY. Este planificar se usa para planificar la compartición del hardware de radio por parte de las pilas de Zigbee y BLE, generalmente en forma de ciclo de trabajo. Sin embargo, si la relación del ciclo de trabajo de la operación de BLE se indica como d, la radio operará en el modo de BLE durante una porción d del tiempo total, mientras que el modo de Zigbee únicamente puede usar una porción (1-d) del tiempo total. En el lado del receptor, si llega un paquete Zigbee durante el modo de BLE del receptor, se perderá incondicionalmente. Por lo tanto, ahora hay presente en el sistema una pérdida adicional debido al ciclo de trabajo de operación combinada. Aparentemente, cuanto mayor es d, mayor se vuelve la degradación de la recepción Zigbee.

Las pérdidas pueden corregirse si existe la posibilidad de retransmisiones. De hecho, en las difusiones de Zigbee, los nodos enrutadores vecinos ayudarán a retransmitir los mensajes. Desafortunadamente, la tasa de pérdida de paquetes no mejora de la misma manera cuando las relaciones del ciclo de trabajo son diferentes. Si bien una relación de ciclo de trabajo pequeña puede corregirse rápidamente en transmisiones posteriores, la mejora es mucho más lenta cuando la relación del ciclo de trabajo es grande (y, por lo tanto, la relación de pérdida de paquetes para una transmisión es grande), ya que la corrección es proporcional a (1-d) para cada transmisión.

Para algunas aplicaciones, como el rastreo de activos, todos los nodos o la mayoría de los nodos necesitan escuchar señales de difusión de un único salto de entrada (por ejemplo, señales de BLE) desde etiquetas de un único salto (por ejemplo, etiquetas BLE). Esto significa que, para esos nodos se desea una d grande, es decir, una relación de ciclo de trabajo grande del modo de un único salto (por ejemplo, BLE). A la inversa, esto también significa que el rendimiento de la difusión de múltiples saltos (por ejemplo, Zigbee) se degradará más a medida que las retransmisiones se vuelvan menos efectivas. Mediciones ilustrativas para modos combinados BLE/Zigbee han demostrado que, si la relación del ciclo de trabajo de BLE es del 10 %, lo que significa una pérdida de paquetes del 10 % para la transmisión Zigbee, únicamente será necesaria una transmisión más para reducir la relación de pérdida de paquetes final al 1 % y el total de intentos es 1,1 si el segundo intento se lleva a cabo únicamente para aquellos que fallaron en el primer intento (10 % de fallo en el primer intento). Sin embargo, si la relación del ciclo de trabajo de BLE es del 70 % y, como resultado, la pérdida de paquetes Zigbee también es del 70 %, llevará 14 intentos en total y 3,31 de las cargas totales para alcanzar la misma relación de pérdida final del 1,0 %.

En consecuencia, si bien los chips de radio combinados aportan el beneficio de nuevas características, el rendimiento ha de equilibrarse entre el control de nodo clásico (por ejemplo, control de iluminación) y las nuevas características añadidas. Como se observa en las mediciones ilustrativas anteriores, el modo de BLE agregado introducirá inevitablemente una degradación del rendimiento de las transmisiones de Zigbee. Y aunque hay medidas como las retransmisiones que ayudan a reparar la degradación, tienen un coste asociado en términos de aumento de la carga de tráfico o incremento de los retardos que crecen de forma no lineal con el aumento de las relaciones de ciclo de trabajo de modo de BLE.

Sumario de la invención

Un objeto de la presente invención es proporcionar fiabilidad mejorada para chips de radio combinados con tecnologías de red combinadas que comparten un extremo frontal de radio.

Este objeto se consigue mediante un nodo de red de acuerdo con la reivindicación 1, por un sistema de iluminación de acuerdo con la reivindicación 9, mediante un método de acuerdo con la reivindicación 13 y un producto de programa informático de acuerdo con la reivindicación 14.

De acuerdo con un primer aspecto, se proporciona un nodo de red para su uso en una red, el nodo de red configurado para transmitir o recibir ya sea en un primer modo de comunicación usando una primera tecnología de red que es una tecnología de red de un único salto o un segundo modo de comunicación que usa una segunda tecnología de red que es una tecnología de red de múltiples saltos en una base de compartición de tiempo de acuerdo con un ciclo de trabajo predeterminado, comprendiendo el nodo de red un aparato para controlar la transmisión de un nodo de red en una red, comprendiendo el aparato: una unidad de selección para seleccionar uno del primer y segundo modos de comunicación para la transmisión al nodo objetivo; el aparato caracterizado por que comprende: una unidad de determinación para determinar un modo de comunicación preferido de un nodo objetivo de la transmisión que opera

usando el primer y segundo modos de comunicación de una manera multiplexada en el tiempo con un cierto ciclo de trabajo, siendo el modo preferido un modo de comunicación del nodo objetivo, de entre el primer y segundo modos de comunicación, que el nodo objetivo usa más; y una unidad de selección para seleccionar uno del primer y segundo modos de comunicación para la transmisión al nodo objetivo basándose en el modo de comunicación preferido determinado del nodo objetivo en donde el modo de comunicación preferido se basa en información acerca del nodo objetivo, cuya información se recupera desde el nodo objetivo directamente, indirectamente desde un nodo o puerta de enlace adicional, o como resultado de reglas preconfiguradas.

El modo de comunicación preferido se basa en información acerca del nodo objetivo, cuya información puede recuperarse del nodo objetivo directamente a través de un mecanismo fuera de banda o ser el resultado de reglas preconfiguradas.

Se determina un modo de comunicación preferido (por ejemplo, el más usado) de una tecnología de red de un destino o nodo de siguiente salto de una transmisión prevista y se selecciona uno del primer y segundo modos de comunicación de la primera y segunda tecnologías de red (por ejemplo, BLE y Zigbee u otras combinaciones de tecnologías de red) del nodo de red de transmisión para la transmisión mediante su único chip de radio al nodo de destino basándose en el modo de comunicación preferido determinado del nodo de destino. De este modo, se propone un enfoque de transmisión centrado en el receptor para evitar degradaciones de rendimiento inaceptables en uno o ambos modos de comunicación. El enfoque centrado en el receptor permite la implementación de dos redes con rendimientos aceptables en un único chip de radio por nodo, en lugar de requerir dos chips de radio por nodo. Los nodos de la red pueden tener capacidades para transmitir y recibir usando ambas tecnologías de red de manera multiplexada en el tiempo con un cierto ciclo de trabajo, mientras que las tecnologías de red pueden ser incompatibles entre sí. La compartición de tiempo de las tecnologías de red puede no ser uniforme, de modo que el modo de comunicación preferido del nodo de destino puede ser el modo de comunicación con el porcentaje de tiempo aéreo más alto.

De acuerdo con una primera opción, el nodo de red puede configurarse como un dispositivo de extremo de la segunda tecnología que opera como un dispositivo de la primera tecnología de red con una relación de ciclo de trabajo mayor que el primer modo de comunicación. De este modo, se puede lograr una mayor fiabilidad de recepción de mensajes o anuncios del primer modo de comunicación al mismo tiempo que se permite la comunicación en el segundo modo de comunicación.

De acuerdo con una segunda opción que puede combinarse con la primera opción, el segundo modo de comunicación puede seleccionarse (por ejemplo, por la unidad de selección) para transmisión a un nodo padre o nodo de siguiente salto, si se determina (por ejemplo, por la unidad de determinación) que se usa un dispositivo de pasarela de la red como nodo de destino de la transmisión. Como el dispositivo de puerta de enlace está establecido en el segundo modo de comunicación la mayor parte del tiempo, se puede lograr una recepción fiable de la transmisión.

De acuerdo con una tercera opción que puede combinarse con la primera o segunda opciones, el segundo modo de comunicación puede seleccionarse (por ejemplo, por la unidad de selección) para una transmisión de difusión a un nodo padre, si así se determina (por ejemplo, por la unidad de determinación) que todos los nodos de red son nodos de destino de la transmisión. De esta manera, se puede garantizar que el mensaje de difusión será recibido de forma fiable por todos los nodos, suponiendo que todos los nodos puedan recibir el segundo modo de comunicación al menos temporalmente.

De acuerdo con una cuarta opción que se puede combinar con una cualquiera de la primera a tercera opciones, el nodo de red se puede configurar como un dispositivo de extremo o dispositivo enrutador de la primera tecnología de red, que opera con una relación de ciclo de trabajo mayor que el primer modo de comunicación, o como dispositivo de extremo o dispositivo enrutador de la segunda tecnología de red, que opera con una relación de ciclo de trabajo mayor del segundo modo de comunicación. De esta manera, se puede lograr un uso flexible de ambos modos de comunicación, ya que los nodos de red no necesitan usar un modo de comunicación particular todo el tiempo.

De acuerdo con una quinta opción que puede combinarse con una cualquiera de la primera a cuarta opciones, el modo de comunicación preferido del nodo de destino o del siguiente salto puede determinarse (por ejemplo, por la unidad de determinación) mediante un mecanismo fuera de banda (por ejemplo, por una comunicación con el nodo de destino fuera de la banda de transmisión de la primera y segunda tecnologías de red), en donde la unidad de selección puede configurarse para seleccionar el modo de comunicación preferido determinado para la transmisión al destino o al nodo de siguiente salto. Esta medida garantiza que se pueda determinar de forma fiable el modo de comunicación preferido del nodo objetivo.

De acuerdo con una sexta opción que puede combinarse con una cualquiera de la primera a quinta opciones, el modo de comunicación preferido del nodo de destino o del siguiente salto puede determinarse (por ejemplo, por la unidad de determinación) basándose en una aplicación en la que el nodo de red está operando para la transmisión, en donde se selecciona el modo de comunicación preferido determinado (por ejemplo, por unidad de selección) para la transmisión al nodo objetivo. De esta manera, la fiabilidad de la transmisión se puede mejorar derivando directamente el modo de comunicación preferido del nodo objetivo de una aplicación que se ejecuta en el nodo de red de transmisión

durante la transmisión al destino o al nodo de siguiente salto.

De acuerdo con una séptima opción que puede combinarse con una cualquiera de la primera a sexta opciones, el primer modo de comunicación puede determinarse (por ejemplo, por la unidad de determinación) si el nodo de red está operando en una aplicación para una transmisión de difusión. Esta medida garantiza que todos los nodos de la red reciban de manera fiable las transmisiones de difusión, suponiendo que todos los nodos escuchen ambos modos de comunicación.

De acuerdo con una octava opción que puede combinarse con una cualquiera de la primera a séptima opciones, el segundo modo de comunicación puede determinarse (por ejemplo, por la unidad de determinación) si el nodo de red está operando en una aplicación para unidifusión o transmisión de muchos a uno. Esta medida garantiza que las transmisiones de unidifusión o de muchos a uno se reciban de manera fiable por el nodo de destino o del siguiente salto, asumiendo que cada nodo adaptará su modo de comunicación usado al nodo de recepción del siguiente salto.

De acuerdo con una novena opción que se puede combinar con una cualquiera de la primera a octava opciones, tanto el primer como el segundo modos de comunicación se determinan (por ejemplo, por la unidad de determinación) si el nodo de red está operando en una aplicación para una transmisión de difusión. De este modo, el nodo de transmisión garantiza que todos los nodos de red recibirán la transmisión de difusión y no necesita basarse en otros dispositivos enrutadores.

De acuerdo con una décima opción que puede combinarse con una cualquiera de la primera a novena opciones, la pluralidad de nodos de red puede comprender primeros nodos de red configurados como un dispositivo de extremo de la segunda tecnología de red y operados como un dispositivo de la primera tecnología de red con una relación de ciclo de trabajo mayor del primer modo de comunicación, y segundos nodos de red configurados como un dispositivo enrutador de la segunda tecnología de red y operados con una relación de ciclo de trabajo mayor del segundo modo de comunicación, en donde los segundos nodos de red pueden configurarse para reenviar información de un mensaje de difusión recibido del segundo modo de comunicación en un mensaje de anuncio del primer modo de comunicación. De esta manera, se puede garantizar que la información del mensaje difundido alcance todos los nodos de red de manera fiable.

De acuerdo con una undécima opción que puede combinarse con una cualquiera de la primera a décima opciones, la pluralidad de nodos de red puede comprender primeros nodos de red configurados como un dispositivo enrutador de la primera tecnología de red y operados con una relación de ciclo de trabajo mayor del primer modo de comunicación, y segundos nodos de red configurados como un dispositivo de extremo o dispositivo enrutador de la segunda tecnología de red y operados con una relación de ciclo de trabajo mayor del segundo modo de comunicación, en donde los primeros nodos de red pueden configurarse para reenviar un mensaje de difusión recibido del primer modo de comunicación tanto en el primer como en el segundo modo de comunicación, y/o en donde los segundos nodos de red pueden configurarse para traducir un mensaje de unidifusión recibido del segundo modo de comunicación a un mensaje del primer protocolo de comunicación o para tunelizar el mensaje de unidifusión recibido en un mensaje del primer protocolo de comunicación, si el nodo del siguiente salto es un primer nodo de red. De esta manera, se puede garantizar que la información de las transmisiones de difusión, unidifusión y de muchos a uno llegue a los nodos de red deseados de manera fiable.

Cabe señalar que, los aparatos anteriores pueden implementarse basándose en circuitos de hardware discretos con componentes de hardware discretos, chips integrados o disposiciones de módulos de chips, o basarse en dispositivos o chips de procesamiento de señales controlados por rutinas o programas de software almacenados en memorias, escritos en un medio legible por ordenador o descargados de una red, tal como Internet.

Además, cabe señalar que, en los últimos años han evolucionado los chips de radio o módulos de chip, en los que la funcionalidad se ha desplazado hacia el software. Como resultado, las funciones de alta frecuencia (específicamente en la capa de protocolo física (capa PHY), por ejemplo, la modulación de canal real) aún pueden implementarse en hardware, mientras que la funcionalidad de frecuencia inferior se implementa en software (específicamente en la capa de control de acceso al medio (capa MAC) y superior). Debido a esto, ciertos componentes de hardware de la capa PHY pueden reutilizarse para diferentes funcionalidades de radio. En consecuencia, la primera y segunda unidades de comunicación, que pueden describirse como unidades separadas en las siguientes realizaciones, pueden implementarse en la práctica en un único componente de hardware, por ejemplo, basándose en diferentes rutinas de software. Por lo tanto, las dos unidades de comunicación pueden implementarse como las denominadas radios de software en donde la funcionalidad de radio en y por encima de la capa MAC puede mapearse hacia una capa de software y en donde la funcionalidad de la capa PHY, que puede incluir, por ejemplo, modulación de canal, aún puede implementarse principalmente en hardware. Sin embargo, incluso cuando se usa un dispositivo de radio de software que puede operar en múltiples modos, cuando se usa para el primer modo de comunicación (por ejemplo, radio de BLE), el dispositivo aún puede configurarse para operar como una unidad de comunicación de la primera tecnología de red y, cuando está en uso para el segundo modo de comunicación (por ejemplo, radio Zigbee) todavía puede configurarse para operar como una unidad de comunicación de la segunda tecnología de red.

Se entenderá que, el nodo de red de la reivindicación 1, el sistema de iluminación de la reivindicación 9, el método de

la reivindicación 13 y el producto de programa informático de la reivindicación 14 pueden tener realizaciones preferidas como se define en las reivindicaciones dependientes.

Estos aspectos de la invención serán evidentes a partir de y se aclararán con referencia a las realizaciones descritas en lo sucesivo en el presente documento.

Breve descripción de los dibujos

En los siguientes dibujos:

La Figura 1 muestra esquemáticamente una arquitectura esquemática de un sistema de rastreo de activos que se basa en un sistema de iluminación de acuerdo con diversas realizaciones;
La Figura 2 muestra esquemáticamente una arquitectura de red ilustrativa con nodos de red combinados de acuerdo con diversas realizaciones;
La Figura 3 muestra esquemáticamente un diagrama de bloques de un nodo de red combinado de acuerdo con diversas realizaciones; y
La figura 4 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento de transmisión centrado en el receptor de acuerdo con diversas realizaciones.

Descripción detallada de las realizaciones

Ahora se describen realizaciones de la presente invención basándose en una red Zigbee como ejemplo de una primera tecnología de red (por ejemplo, tecnología de múltiples saltos) y una conexión o red de Bluetooth de Baja Energía (BLE) como ejemplo de una segunda tecnología de red (por ejemplo, conexión de punto a punto basándose en tecnología de un único salto).

Más específicamente, de acuerdo con diversas realizaciones, a continuación, se presentan diferentes enfoques de mejora de la fiabilidad para redes de IoT que usan chips de radio combinados para proporcionar más de una función.

En general, los nodos de la red pueden enviar o recibir, o ambas cosas, en ambas tecnologías de red, pero no al mismo tiempo debido a su hardware de radio único (es decir, una única unidad de extremo frontal de RF). Los nodos de red operan en diferentes tecnologías de red con ciclos de trabajo muy diferentes. Como resultado, hay nodos de red que operan principalmente (por ejemplo, escuchan) en la primera tecnología de red, mientras que otros nodos de red operan principalmente (por ejemplo, escuchan) en la segunda tecnología de red.

A continuación, se describe una red de IoT de iluminación como una realización ilustrativa donde cada nodo tiene un chip de radio combinado que se usa tanto para la función de control de iluminación clásica como para el rastreo de activos usando etiquetas de BLE.

La Figura 1 muestra esquemáticamente una arquitectura de un sistema de rastreo de activos que se basa en un sistema de iluminación de acuerdo con diversas realizaciones.

En general, el rastreo de activos puede referirse al rastreo de activos físicos, ya sea escaneando etiquetas de códigos de barras adjuntas a los activos o usando etiquetas que usan, por ejemplo, transmisores del sistema de posicionamiento global (GPS), BLE, infrarrojos (IR) o identificación por radiofrecuencia (RFID) que difunden su ubicación. Estas tecnologías también se pueden usar para el rastreo en interiores de personas u objetos a los que se les ha adjuntado una etiqueta.

En la Figura 1, las etiquetas de BLE 40 envían señales de baliza de BLE B periódicamente que se reciben por una red de iluminación 100 usando sus nodos equipados con chips de radio combinados. Se realizan mediciones M de las balizas BLE B y los chips de radio combinados envían los resultados a través de la red de iluminación a un motor de posicionamiento 10 usando el protocolo de Zigbee. El motor de posicionamiento 10 consulta una base de datos de ubicación de iluminación 22 para obtener identificaciones (ID) y posiciones de referencia (R) de chips de radio combinados o luminarias respectivas de las que se han recibido mediciones. Basándose en esto, el motor de posicionamiento 10 determina las actualizaciones de posición P y las reenvía a servicios basados en ubicación (por ejemplo, paneles para visualización de información) proporcionados en los dispositivos de terminal de usuario 30. El activo rastreado puede visualizarse a continuación en un mapa MP recuperado de una base de datos de mapas 24.

La red de iluminación 100 consiste en nodos con chips de radio BLE/Zigbee combinados. Para que tanto el control de iluminación como el rastreo de activos sean factibles, se puede designar un conjunto fijo de nodos como enrutadores únicamente de Zigbee que operan única o principalmente en modo de Zigbee, mientras que el resto de los nodos pueden operar tanto en modo de Zigbee como BLE. Un conjunto de enrutadores únicamente de Zigbee puede a continuación mantener las operaciones de Zigbee. Esos nodos que no son enrutadores pueden configurarse principalmente en modo de BLE, pero pueden estar en modo de Zigbee cuando tienen algo que enviar o recibir. Una razón por la que los nodos no enrutadores operan principalmente en el modo de BLE puede ser facilitar la recepción de señales de baliza de BLE desde las etiquetas BLE 40. Cuanto más tiempo puedan operar los nodos no enrutadores

en el modo de BLE, mejor será el rendimiento para la recepción de señales de BLE desde las etiquetas de BLE 40 y, por lo tanto, mejor será la vida útil de la batería de la etiqueta.

La Figura 2 muestra una ilustración de una configuración de red ilustrativo de este tipo con un número ilustrativo de 100 nodos donde los nodos brillantes (nodos n.° 5, 12, 19, 34, 37, 50, 51, 64, 67, 82, 89 y 96) son nodos enrutadores únicamente de Zigbee y donde los nodos que no son enrutadores oscuros operan en modos de Zigbee BLE mixtos. Los nodos que no son enrutadores tienen pocos problemas para enviar siempre que haya suficientes nodos enrutadores únicamente de Zigbee cerca. Sin embargo, un nodo que no es enrutador tendrá problemas para recibir si opera principalmente en modo de BLE y, por lo tanto, perderá la mayoría de los paquetes Zigbee que le envían los nodos enrutadores únicamente de Zigbee. Las transmisiones por los nodos enrutadores circundantes pueden ayudar a mitigar las pérdidas de paquetes, aunque esto únicamente puede lograrse cuando hay suficientes retransmisiones disponibles.

De acuerdo con diversas realizaciones, se proporciona un modo mixto de operaciones (es decir, tecnologías de red) para todos los nodos de red, pero con una estrategia de envío y recepción óptima para cada modo operativo (es decir, tecnología de red) que está presente en la red. La estrategia sigue un principio centrado en receptor en el sentido de que cuando un nodo envía un mensaje a otro nodo o nodos, lo envía en ese modo (es decir, en esa tecnología de red) en el que los nodos receptores operan durante más tiempo. Esto mejora la probabilidad de recepción, particularmente cuando existe una relación de ciclo de trabajo desigual entre los dos modos.

Haciendo referencia al ejemplo de la Figura 2, los nodos brillantes son enrutadores de Zigbee que operan únicamente o en su mayoría en el modo de Zigbee, mientras que, los nodos oscuros son nodos Zigbee que no son enrutadores y operan principalmente en el modo de BLE. Los nodos de enrutador de Zigbee necesitan estar en modo de Zigbee la mayor parte del tiempo, ya que necesitan escuchar constantemente las redes de Zigbee para mantener las operaciones apropiadas. De manera similar, los nodos enrutadores que no son de Zigbee necesitan estar en su mayoría en modo de BLE para escuchar constantemente las señales de BLE entrantes desde las etiquetas 40. Por lo tanto, se propone enviarles cualquier paquete en el modo en el que operan más. Por el contrario, si se les envían paquetes en el modo en el que operan menos, esto dará como resultado enormes pérdidas de paquetes, como se analizó anteriormente.

La Figura 3 muestra esquemáticamente un diagrama de bloques de un nodo de red con un chip de radio combinado, tal como los nodos brillante y oscuro de la Figura 2.

Una primera unidad de protocolo 32 (P1) proporciona funciones de protocolo de la primera tecnología de red (por ejemplo, BLE) a una única unidad de extremo frontal de RF compartida 39 para transmitir y recibir señales inalámbricas a través de una antena de transmisión y recepción. Además, una segunda unidad de protocolo 34 (P2) proporciona funciones de protocolo de la segunda tecnología de red (por ejemplo, Zigbee) al extremo frontal de RF (RF) 39 compartido para transmitir y recibir señales inalámbricas a través de la antena de transmisión y recepción. Una unidad de conmutación (SW) 36 conmuta entre la primera unidad de protocolo 32 y la segunda unidad de protocolo 34 para proporcionar los mensajes/señalización correctos de una tecnología de red seleccionada al extremo frontal de RF 39 basándose en una señal de control recibida desde una unidad de control (CTRL) 38. La unidad de control 38 también puede transmitir y recibir directamente información a través del extremo frontal de RF 39, por ejemplo, mediante señalización fuera de banda.

En un caso sencillo, los ciclos de trabajo para las dos tecnologías de red se pueden configurar cuando el nodo de red empieza a operar o se une a la red mediante puesta en marcha.

Cuando el nodo de red de la Figura 3 está enviando (es decir, como nodo de origen) o retransmitiendo además (es decir, como enrutador o nodo de retransmisión), la unidad de control 38 puede determinar (es decir, seleccionar) basándose en la información recuperada acerca del nodo o nodos de destino/objetivo la tecnología de red que se usará para una transmisión al nodo de destino/objetivo.

Como se explica en las siguientes realizaciones ilustrativas, la decisión acerca de qué tecnología de red usar para la transmisión puede basarse en algunas reglas (por ejemplo, preconfiguradas) con entrada de modos de aplicación (unidifusión, difusión, etc.), direcciones de red usadas y similares. La información recuperada puede relacionarse por lo tanto con al menos una de una aplicación de transmisión (por ejemplo, unidifusión, difusión, multidifusión, etc.), una tecnología de red preferida en la que opera principalmente el nodo destino/objetivo, formatos o valores de dirección de destino y tipos de mensajes de aplicación. Por ejemplo, en el caso de una aplicación de unidifusión, la unidad de control 38 puede elegir una única tecnología de red para reenviar, es decir, la tecnología de red en la que opera en su mayoría el nodo de destino/objetivo. O, en el caso de una aplicación de difusión y/o multidifusión, la unidad de control 38 puede optar por enviar únicamente una tecnología de red o ambas tecnologías de red, para alcanzar nodos de red que operan principalmente en una cualquiera de las dos tecnologías de red. En una primera estructura, los nodos oscuros de la Figura 2 son dispositivos de extremo de Zigbee y operan como un dispositivo de BLE, pero con grandes relaciones de ciclo de trabajo BLE. Los nodos oscuros no tienen una red entre los mismos, pero pueden recibir señales de balizas de etiqueta, por ejemplo, tres canales de anuncio de BLE. Los nodos brillantes de la Figura 2 son enrutadores de Zigbee.

La información recuperada puede originarse, por ejemplo, desde una fuente central o desde el propio nodo objetivo; en una realización, una fuente central, tal como una puerta de enlace, puede registrar para cada nodo su respectivo modo de comunicación preferido. Este modo puede establecerse durante la puesta en marcha y/o establecerse dinámicamente. En el último caso, puede ser más fácil recuperar el modo de comunicación preferido del propio nodo de destino, directa o indirectamente, como es común dentro de las redes en malla; un nodo, por ejemplo, puede almacenar en caché el modo de comunicación preferido de sus socios de comunicación frecuentes, sondeando sus socios de comunicación frecuentes de vez en cuando.

Un almacenamiento centralizado puede resultar ventajoso en sistemas donde el modo preferido es estático, ya que, a continuación, el tráfico desde el almacenamiento central se puede mantener al mínimo. También permite una asignación y gestión centralizadas, permitiendo que el nodo centralizado difunda actualizaciones. Como alternativa al almacenamiento centralizado, que es particularmente beneficioso en sistemas donde el modo preferido puede cambiar con más frecuencia, se puede seleccionar un enfoque más distribuido donde la información se almacena en caché de manera más local, para evitar grandes cantidades de tráfico hacia una puerta de enlace central.

Más alternativamente, la red puede usarse para ejecutar aplicaciones particulares. Ejemplos de tales aplicaciones son, por ejemplo, una aplicación de posicionamiento o una aplicación de iluminación. Cuando tales aplicaciones se operan de manera multiplexada en el tiempo, puede ser beneficioso adaptar el modo de comunicación a la aplicación actual en ese momento. Un nodo de red puede adaptar su operación basándose en lo mismo y usar una regla predeterminada, o información sobre el modo de comunicación preferido de sus socios de comunicación obtenida directa o indirectamente de ese socio de comunicación.

En una realización ilustrativa de la primera estructura, un nodo oscuro pretende enviar un mensaje (por ejemplo, un paquete) a través de su red a una puerta de enlace que también es un enrutador Zigbee. La opción es enviar el paquete a su nodo padre o al nodo del siguiente salto mediante el protocolo de Zigbee. Una vez que el mensaje alcanza el nodo padre o el nodo del siguiente salto, puede viajar más lejos en la red Zigbee mantenida por los nodos brillantes de acuerdo con los protocolos de enrutamiento de Zigbee.

En otra realización ilustrativa, un nodo oscuro pretende enviar un mensaje a todos los nodos en la red. Enviará un mensaje de difusión utilizando el protocolo de Zigbee a su nodo padre. Su nodo padre también difundirá a continuación el mensaje a otros enrutadores en el protocolo de Zigbee. Como otros nodos brillantes también son enrutadores Zigbee, podrán recibir el mensaje. Para los otros nodos oscuros de la red, el mejor enfoque para alcanzarlos es que los nodos brillantes les envíen mensajes de anuncio en BLE que se recibirán en los nodos oscuros mientras escuchan constantemente los canales de anuncio. Sin embargo, esto requiere que los nodos brillantes envíen también en modo de BLE, lo que reduce el tiempo que pasan en el modo de Zigbee. Esto es aceptable siempre que la carga de red que debe enviar un nodo individual sea baja, lo que típicamente es el caso ya que no hay tantos mensajes de control de iluminación durante un día.

Además, en una segunda estructura, los nodos oscuros de la Figura 2 operan principalmente en el modo de BLE (ya sea enrutadores BLE o dispositivos de extremo de BLE). De manera similar, los nodos brillantes operan principalmente en modos Zigbee, pero también actúan como dispositivos de extremo de BLE. Estas combinaciones de modos de dispositivo son posibles porque tanto los dispositivos de extremo de Zigbee como los dispositivos de extremo de BLE no necesitan escuchar sus canales todo el tiempo. Únicamente necesitan estar en sus canales cuando tengan algo que enviar.

En una realización ilustrativa de la segunda estructura, un nodo, ya sea oscuro o brillante, pretende enviar un mensaje a un nodo remoto oscuro o brillante. La capa de aplicación de su pila de protocolo (por ejemplo, la unidad de control 38 de la Figura 3) puede a continuación derivar mediante mecanismos fuera de banda cuál es el modo más relevante del nodo objetivo remoto. La capa de aplicación en el nodo de emisión enviará el mensaje a la función de protocolo que es la misma para el nodo de recepción remoto. Dado que existen esencialmente dos redes en malla con dos conjuntos de enrutadores (que no se superponen), el mensaje se recibirá en cualquiera de las redes en malla y se enrutará hasta el nodo objetivo.

En otra realización ilustrativa de la segunda estructura, las aplicaciones están predefinidas para usar un cierto protocolo en la red. Por ejemplo, los mensajes de control de iluminación típicamente son mensajes de difusión y están configurados para usar el protocolo de difusión de BLE, mientras que los mensajes de informe de datos del sensor típicamente son mensajes de unidifusión y están configurados para usar los protocolos de unidifusión de Zigbee o de muchos a uno.

Para aplicaciones relacionadas con la difusión, un enrutador de Zigbee brillante y un dispositivo de extremo de BLE enviarán su mensaje a dispositivos enrutadores de BLE oscuros. Una vez que llega allí, los dispositivos enrutadores de BLE deben enviar tanto el protocolo de BLE como el protocolo de Zigbee para alcanzar a todos los nodos de la red de manera fiable.

Para aplicaciones relacionadas con unidifusión, un dispositivo de extremo de BLE oscuro o un dispositivo enrutador

enviará un mensaje de unidifusión de Zigbee a un dispositivo enrutador de Zigbee brillante padre. Una vez que llegue allí, el mensaje se enrutará mediante el protocolo de Zigbee. Si el nodo objetivo es un nodo oscuro, el nodo brillante del último salto traducirá el mensaje a un mensaje de BLE o deberá canalizar el mensaje de Zigbee en un mensaje de BLE para llegar al destino de manera fiable.

En una realización adicional más de la segunda estructura, particularmente para mensajes de difusión, el nodo de origen puede decidir o estar configurado para usar ambos protocolos. Como tal, en lugar de basarse en otros dispositivos enrutadores, puede enviar el mismo mensaje de aplicación en ambos protocolos y dejar que los mensajes se propaguen en ambas redes. El número de enrutadores para ambos modos se puede configurar al nivel mínimo necesario. Por lo tanto, la carga de la red de difusión en cualquier modo puede ser controlable.

La Figura 4 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento de transmisión para un chip de radio combinado para lograr fiabilidad mejorada de acuerdo con diversas realizaciones.

En una primera etapa S401, se determina el nodo objetivo pretendido para un mensaje (por ejemplo, por la unidad de control 38 de la Figura 3). A continuación, en la etapa S402, se determina la aplicación relacionada con la transmisión subyacente y/o la tecnología de red preferida en el nodo objetivo (por ejemplo, por la unidad de control 38 de la Figura 3). Basándose en la información obtenida en la etapa S402, se selecciona una tecnología de red para la transmisión en la etapa S403 (por ejemplo, por la unidad de conmutación 36 de la Figura 3). Posteriormente, en la etapa S404, se selecciona el primer nodo de recepción (por ejemplo, nodo padre o nodo del siguiente salto), si lo hubiera, para una transmisión de difusión, unidifusión, multidifusión o de muchos a uno prevista. Finalmente, en la etapa S405, el mensaje se transmite al nodo objetivo a través del primer nodo receptor opcional al nodo objetivo usando el modo de protocolo seleccionado.

Como resultado, se selecciona un protocolo de la tecnología de red seleccionada para uso por el chip de radio combinado de acuerdo con las preferencias en el nodo objetivo o de recepción. Por lo tanto, es posible mejorar la fiabilidad mientras se usan dispositivos de radio combinados con un único extremo frontal de RF.

En resumen, se ha descrito un sistema de transmisión centrado en el receptor para sistemas de IoT, tales como redes de iluminación, con chips de radio de protocolo combinado que comparten un único extremo frontal de radio para dos o más protocolos de transmisión de diferentes tecnologías de red, mientras que evita degradaciones inaceptables del rendimiento en uno o ambos modos de protocolo. El enfoque centrado en el receptor permite la implementación de dos redes con rendimientos aceptables en un único chip de radio por nodo, en lugar de requerir dos chips de radio por nodo.

Mientras la invención se ha ilustrado y descrito en detalle en los dibujos y en la anterior descripción, tal ilustración y descripción han de considerarse ilustrativas o como ejemplo y no restrictivas. La invención no se limita a las realizaciones divulgadas. Los procedimientos de mejora de fiabilidad propuestos se pueden aplicar a cualquier combinación posible de tecnologías de red (por ejemplo, tecnologías de red de un único salto y de múltiples saltos). Además, la invención se puede aplicar en cualquier producto que implemente una red de múltiples saltos (por ejemplo, Zigbee u otras) u otra tecnología de red que interactúe con una red de un único salto (por ejemplo, BLE u otras) u otra tecnología de red. Un ejemplo incluye una red de iluminación de Zigbee a gran escala en la que se ponen en marcha puntos de luz únicos usando un dispositivo móvil tal como un teléfono inteligente o una tableta a través de BLE. La presente invención es igualmente aplicable a cualquier otra combinación de tecnología de un único salto (por ejemplo, BLE, Infrarrojos (IR), comunicación de área local inalámbrica (Wi-Fi)) con tecnología de múltiples saltos (por ejemplo, Zigbee PRO, Thread, WirelessHART, SmartRF, CityTouch, IP500 y cualquier otra tecnología basada en malla o árbol).

Otras variaciones a las realizaciones desveladas pueden entenderse y efectuarse por los expertos en la materia al poner en práctica la invención reivindicada, a partir de un estudio de los dibujos, la divulgación y las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, la expresión" que comprende" no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido "un" o "una" no excluye una pluralidad. Un único procesador u otra unidad puede satisfacer las funciones de varios elementos indicados en las reivindicaciones. El mero hecho de que se indiquen ciertas medidas en reivindicaciones mutuamente dependientes diferentes no indica que una combinación de estas medidas no pueda usarse para su aprovechamiento.

La descripción anterior detalla ciertas realizaciones de la invención. Se apreciará, sin embargo, que no importa cuán detallado aparezca lo anterior en el texto, la invención se puede poner en práctica de muchas maneras y, por lo tanto, no se limita a las realizaciones descritas. Cabe señalar que, el uso de una terminología particular cuando se describen ciertas características o aspectos de la invención no debe interpretarse como que la terminología se está redefiniendo en el presente documento para restringirla a incluir cualquier característica específica de las características o aspectos de la invención con el que se asocia esa terminología.

Una única unidad o dispositivo puede satisfacer las funciones de varios elementos indicados en las reivindicaciones.

Las operaciones descritas como las indicadas en la Figura 4 se pueden implementar como medio de código de programa de un programa informático y/o como hardware especializado. Un programa informático puede almacenarse

y/o distribuirse en un medio adecuado, tal como un medio de almacenamiento óptico o un medio de estado sólido suministrado junto con o como parte de otro hardware, sino que también puede distribuirse en otras formas, tal como mediante la Internet u otros sistemas de telecomunicación alámbricos o inalámbricos.

REIVINDICACIONES

1. Un nodo de red para su uso en una red (100), el nodo de red configurado para transmitir o recibir en un primer modo de comunicación usando una primera tecnología de red que es una tecnología de red de un único salto o un segundo modo de comunicación que usa una segunda tecnología de red que es tecnología de red de múltiples saltos en una base de compartición de tiempo de acuerdo con un ciclo de trabajo predeterminado, comprendiendo el nodo de red un aparato para controlar la transmisión de un nodo de red en una red (100),

comprendiendo el aparato:
una unidad de selección (36) para seleccionar uno del primer y segundo modos de comunicación para la transmisión al nodo objetivo;
el aparato caracterizado por que comprende:

una unidad de determinación (38) para determinar un modo de comunicación preferido de un nodo objetivo de la transmisión que opera usando el primer y segundo modos de comunicación de una manera multiplexada en el tiempo con un cierto ciclo de trabajo, siendo el modo preferido un modo de comunicación del nodo objetivo, de entre el primer y segundo modos de comunicación, que el nodo objetivo usa más; y
en donde la selección por la unidad de selección (36) se basa en el modo de comunicación preferido determinado del nodo objetivo,
en donde el modo de comunicación preferido se basa en información acerca del nodo objetivo, información que se recupera directamente del nodo objetivo, indirectamente desde un nodo o puerta de enlace adicional, o resulta de reglas preconfiguradas.

2. El nodo de red de la reivindicación 1, en donde el modo de comunicación preferido se basa en información acerca del nodo objetivo, información que se recupera del nodo objetivo directamente a través de un mecanismo fuera de banda o resulta de reglas preconfiguradas.

3. El nodo de red de la reivindicación 1 o 2, en donde el nodo de red está configurado como un dispositivo de extremo de la segunda tecnología de red que opera como un dispositivo de la primera tecnología de red con una relación de ciclo de trabajo mayor del primer modo de comunicación en comparación con la respectiva relación del ciclo de trabajo del segundo modo de comunicación.

4. El nodo de red de la reivindicación 1, en donde la unidad de selección (36) está configurada para seleccionar el segundo modo de comunicación para transmisión a un nodo padre o nodo del siguiente salto, si la unidad de determinación (38) determina un dispositivo de puerta de enlace de la red (100) como el nodo objetivo de la transmisión.

5. El nodo de red de la reivindicación 1, en donde la unidad de selección (36) está configurada para seleccionar el segundo modo de comunicación para una transmisión de difusión a un nodo padre, si la unidad de determinación (38) determina todos los nodos de red de la red (100) como nodos objetivo de la transmisión.

6. El nodo de red de la reivindicación 1, en donde el nodo de red se puede configurar como un dispositivo de extremo o un dispositivo enrutador de la primera tecnología de red, que se opera con una relación de ciclo de trabajo mayor del primer modo de comunicación en comparación con la relación de ciclo de trabajo respectiva del otro modo de comunicación, o como un dispositivo de extremo o dispositivo enrutador de la segunda tecnología de red, que se opera con una relación de ciclo de trabajo mayor del segundo modo de comunicación en comparación con la relación de ciclo de trabajo respectiva del segundo modo de comunicación.

7. El nodo de red de la reivindicación 6, en donde la unidad de determinación (38) está configurada para determinar el modo de comunicación preferido del nodo objetivo a través de un mecanismo fuera de banda, y en donde la unidad de selección (36) está configurada para seleccionar el modo de comunicación preferido determinado para la transmisión al nodo objetivo.

8. El nodo de red de la reivindicación 6, en donde la unidad de determinación (38) está configurada para determinar el modo de comunicación preferido del nodo objetivo basándose en una aplicación en la que el nodo de red está operando para la transmisión, y en donde la unidad de selección (36) está configurada para seleccionar el modo de comunicación preferido determinado para la transmisión al nodo objetivo.

9. Un sistema de iluminación que comprende una pluralidad de nodos de red de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-8.

10. El sistema de iluminación de la reivindicación 9, en donde la primera tecnología de red se usa para recibir señales de baliza desde dispositivos de etiqueta (40) de un sistema de rastreo de activos.

11. El sistema de iluminación de la reivindicación 9, en donde la pluralidad de nodos de red comprende primeros nodos de red configurados como dispositivo de extremo de la segunda tecnología de red y operados como un dispositivo de

la primera tecnología de red con una relación de ciclo de trabajo mayor del primer modo de comunicación en comparación con la relación de ciclo de trabajo respectiva del segundo modo de comunicación, y segundos nodos de red configurados como un dispositivo enrutador de la segunda tecnología de red y operados con una relación de ciclo de trabajo mayor del segundo modo de comunicación, en donde los segundos nodos de red están configurados para reenviar información de un mensaje de difusión recibido del segundo modo de comunicación en un mensaje de anuncio del primer modo de comunicación.

12. El sistema de iluminación de la reivindicación 9, en donde la pluralidad de nodos de red comprende primeros nodos de red configurados como un dispositivo enrutador de la primera tecnología de red y operados con una relación de ciclo de trabajo mayor del primer modo de comunicación, y segundos nodos de red configurados como un dispositivo de extremo o dispositivo enrutador de la segunda tecnología de red y operados con una relación de ciclo de trabajo mayor del segundo modo de comunicación,

en donde los primeros nodos de red están configurados para reenviar un mensaje de difusión recibido del primer modo de comunicación tanto en el primer como en el segundo modo de comunicación, o
en donde los segundos nodos de red están configurados para traducir un mensaje de unidifusión recibido del segundo modo de comunicación a un mensaje del primer modo de comunicación o para tunelizar el mensaje de unidifusión recibido en un mensaje del primer modo de comunicación, si el nodo del siguiente salto es un primer nodo de la red.

13. Un método para controlar la transmisión de un nodo de red en una red (100), estando configurado el nodo de red para transmitir o recibir en un primer modo de comunicación usando una primera tecnología de red, que es una tecnología de red de un único salto, y en un segundo modo de comunicación que usa una segunda tecnología de red, que es una tecnología de red de múltiples saltos, en una base de compartición de tiempo de acuerdo con un ciclo de trabajo predeterminado,

comprendiendo el método:
seleccionar uno del primer y segundo modos de comunicación para la transmisión al nodo objetivo
el método caracterizado por que comprende:

determinar un modo de comunicación preferido de un nodo objetivo de la transmisión que opera usando el primer y segundo modos de comunicación de una manera multiplexada en el tiempo con un cierto ciclo de trabajo, siendo el modo preferido un modo de comunicación del nodo objetivo, de entre el primer y segundo modos de comunicación, que el nodo objetivo usa más; y
en donde la selección se basa en el modo de comunicación preferido determinado del nodo objetivo,
en donde el modo de comunicación preferido se basa en información acerca del nodo objetivo, información que se recupera directamente del nodo objetivo, indirectamente desde un nodo o puerta de enlace adicional, o resulta de reglas preconfiguradas.

14. Un producto de programa informático que comprende medios de código para ejecutar las etapas de la reivindicación 13 cuando se ejecutan en un nodo de red.

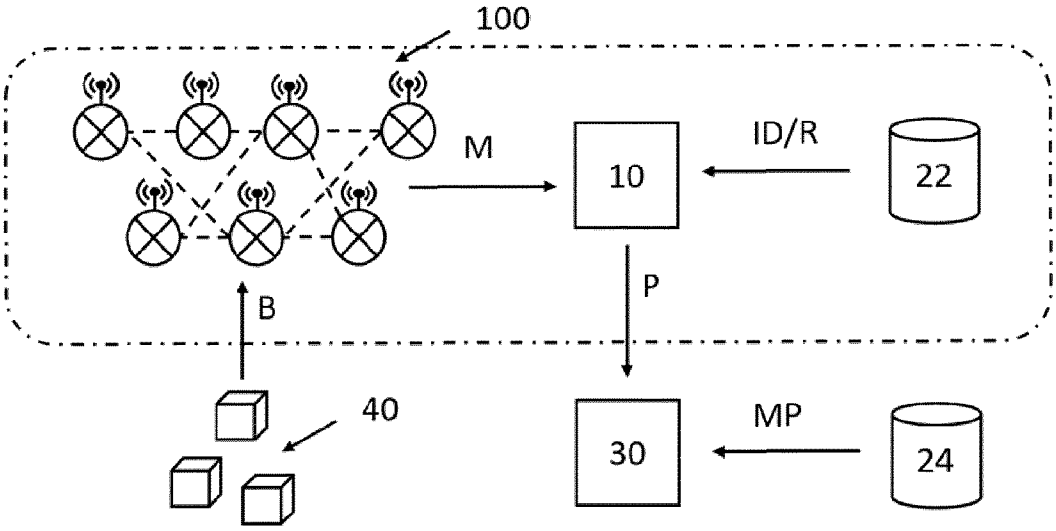

100
M
10
ID/R
22
P
B
40
30
MP
24

Fig. 1

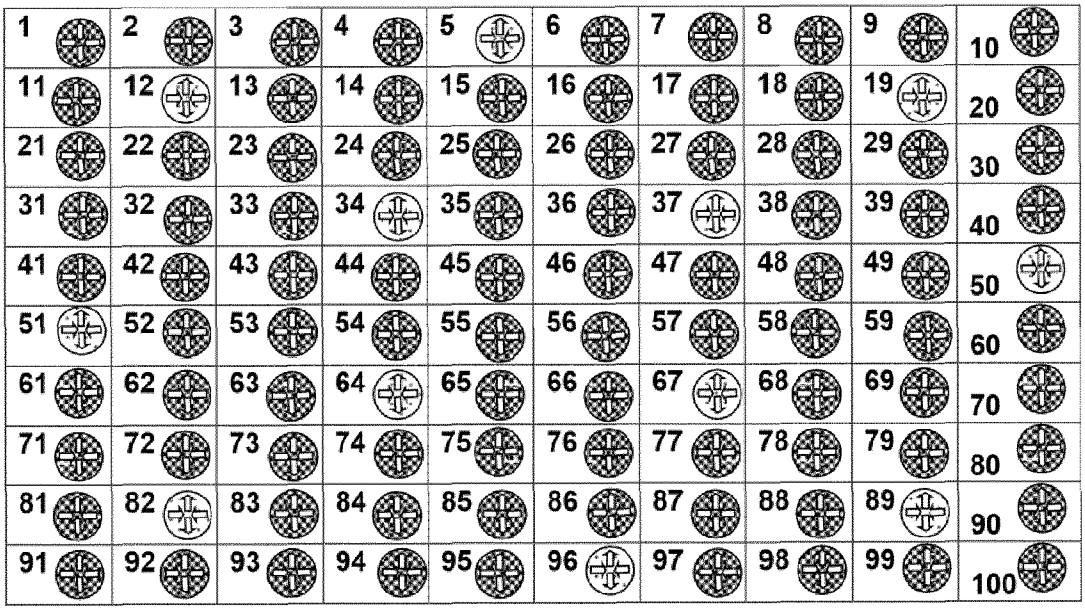

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
21 22 23 24 25 26 27 28 29 30
31 32 33 34 35 36 37 38 39 40
41 42 43 44 45 46 47 48 49 50
51 52 53 54 55 56 57 58 59 60
61 62 63 64 65 66 67 68 69 70
71 72 73 74 75 76 77 78 79 80
81 82 83 84 85 86 87 88 89 90
91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

Fig. 2

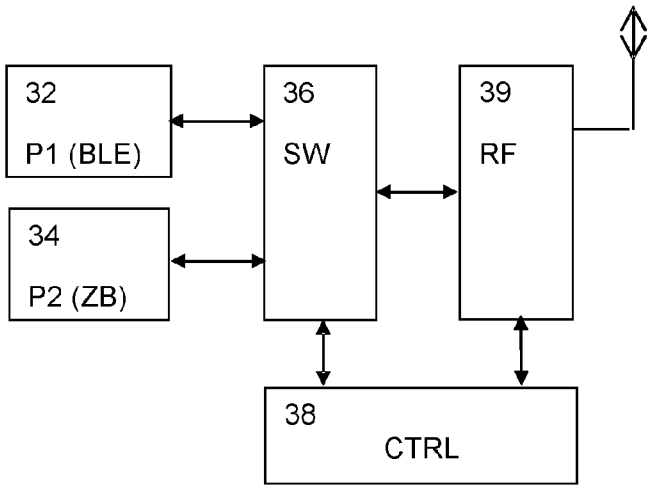


Fig. 3

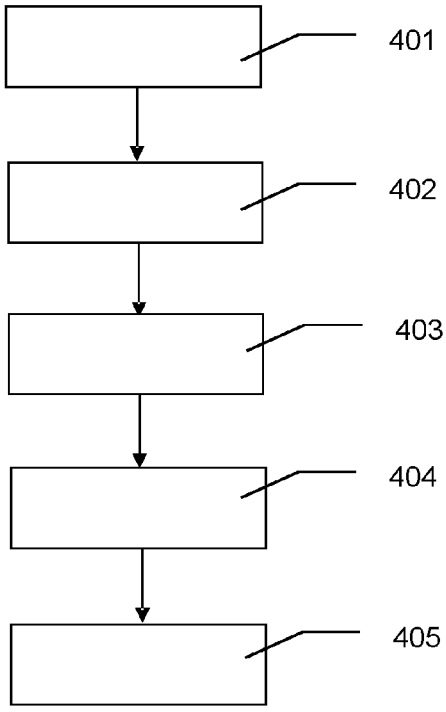


Fig. 4