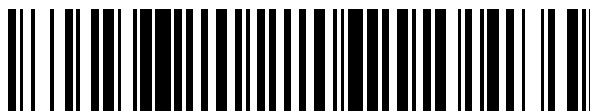


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 800 186**

51 Int. Cl.:

H04W 40/24 (2009.01)

H04L 12/28 (2006.01)

H04W 84/18 (2009.01)

H05B 37/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.10.2017 PCT/EP2017/077392**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.05.2018 WO18082994**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.10.2017 E 17788248 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.04.2020 EP 3536039**

54 Título: **Resolución de problemas de iluminación**

30 Prioridad:

02.11.2016 EP 16196891

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

28.12.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ALIAKSEYEU, DZMITRY, VIKTOROVICH y
MASON, JONATHAN, DAVID**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 800 186 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

Resolución de problemas de iluminación

5 Campo técnico

La presente divulgación se refiere a sistemas y métodos para resolución de problemas de una red de iluminación que tiene una topología en malla.

10 Antecedentes

El documento WO2016/113146A1 desvela un dispositivo de identificación para un sistema de iluminación. Una solicitud de identificación dirigida a un componente provoca que los componentes vecinos emitan una señal de identificación, alertando de esta manera a un usuario de la dirección o ubicación del componente.

15 Los dispositivos electrónicos cada vez están más conectados. Un dispositivo "conectado" hace referencia a un dispositivo - tal como un terminal de usuario, o aparato doméstico o de oficina o similares - que está conectado a uno o más otros tales dispositivos mediante una conexión inalámbrica o alámbrica para permitir más posibilidades de control del dispositivo. Por ejemplo, el dispositivo en cuestión a menudo está conectado al uno o más otros dispositivos como parte de una red alámbrica o inalámbrica, tal como una red Wi-Fi, ZigBee o Bluetooth. La conexión puede permitir, por ejemplo, el control del dispositivo del uno o más otros dispositivos, por ejemplo de una aplicación (app) que se ejecuta en un dispositivo de usuario tal como un teléfono inteligente, tableta o portátil; y/o puede permitir la compartición de información de sensor u otros datos entre los dispositivos para proporcionar control automatizado más inteligente y/o distribuido.

25 Los sistemas de iluminación son parte de este movimiento hacia una infraestructura conectada. Un sistema de iluminación conectado puede comprender una pluralidad de dispositivos de iluminación (luminarias) y un "puente". El puente es un dispositivo de coordinación del sistema de iluminación y es la fuente de comandos de control para enviarse a las luminarias. Los comandos de control pueden iniciarse localmente en el puente y proporcionarse a las luminarias o pueden iniciarse en respuesta a entrada externa recibida por el puente desde el exterior la red de iluminación per sé. Por ejemplo, un usuario puede proporcionar entrada de usuario al sistema de iluminación mediante un primer protocolo de comunicación (por ejemplo WiFi) al puente y a continuación el puente controla las luminarias de acuerdo con la entrada de usuario usando el protocolo de comunicación particular empleado en la red de iluminación (por ejemplo ZigBee).

35 A menudo, la red de iluminación usa una topología en malla en donde cada dispositivo de iluminación actúa como un retransmisor para señales de control que se originan desde un dispositivo de origen (es decir el puente). Es decir, cada dispositivo de iluminación actúa tanto como un dispositivo terminal (que actúa en comandos de control recibidos, por ejemplo ajustando su salida de iluminación de acuerdo con aquellos comandos) y un dispositivo de retransmisión (retransmitiendo, es decir "pasando" los comandos de control a un siguiente dispositivo). Dependiendo del tipo del comando, el dispositivo de iluminación puede actuar sobre él sin retransmitirlo adicionalmente a través de la red, puede retransmitirlo a través de la red a otro dispositivo o dispositivos de iluminación, o puede tanto actuar sobre él como retransmitirlo. Una red de iluminación de este tipo por lo tanto comprende al menos algunos dispositivos de iluminación "primarios" que están en contacto directo (es decir, conexión inalámbrica directa) con el puente - se dice que hay cero "saltos" desde el puente. Los dispositivos de iluminación que están en contacto directo con un dispositivo de iluminación primario pero no el mismo puente se dice que están a un "salto" desde el puente en el sentido que las señales de control desde el puente a estos dispositivos de iluminación deben pasar a través de otro dispositivo de iluminación para alcanzarle. Estos pueden denominarse también dispositivos de iluminación "secundarios". Esta terminología puede ampliarse. Es decir, los dispositivos de iluminación que están en contacto directo con un dispositivo de iluminación secundario pero no son un dispositivo de iluminación primario o el puente están a dos saltos desde el puente, y pueden denominarse también dispositivos de iluminación "terciarios", y así sucesivamente.

50 En los últimos años, el número de dispositivos conectados ha aumentado drásticamente. Los sistemas de iluminación conectados convencionales consisten en fuentes de luz fijas, que pueden controlarse a través de interruptores montados en la pared, atenuadores o paneles de control más avanzados que tienen ajustes y efectos preprogramados, o incluso desde una aplicación que se ejecuta en un terminal de usuario tal como un teléfono inteligente, tableta o portátil. Por ejemplo, esto puede permitir que un usuario cree un ambiente usando una amplia gama de iluminación coloreada, opciones de atenuación y/o efectos dinámicos. En términos de control, el enfoque más común es sustituir un interruptor de luz por una aplicación basada en teléfono inteligente que ofrece control ampliado sobre la iluminación (por ejemplo, Philips hue, LIFX, etc.).

55 Sumario

65 En una red de iluminación que tiene una topología en malla, todos los dispositivos de iluminación que no están en comunicación directa con el puente (es decir todos los dispositivos de iluminación que están a uno o más saltos desde el puente) se basan en la operación de los dispositivos de iluminación en la cadena de comunicación de vuelta al

puente para recibir comandos de control. Por lo tanto, si alguno de estos dispositivos falla o se mueve fuera del alcance de comunicación inalámbrica, entonces el dispositivo de iluminación ya no podrá recibir más comandos de control y operar correctamente (a menos que pueda establecer una nueva ruta de comunicación al puente mediante uno o más otros dispositivos de iluminación).

5 Debido a esto, un usuario puede desear resolver problemas en el sistema de iluminación para hallar qué está provocando el problema para tratarlo. Sin embargo, en redes de iluminación de malla tradicionales, la topología de la misma red se oculta del usuario. Es decir, no se informa al usuario de qué dispositivos de iluminación son dispositivos de iluminación primarios, dispositivos de iluminación secundarios, etc.

10 La presente invención reconoce que los mismos dispositivos de iluminación pueden usarse para indicar visualmente al usuario información acerca de la topología de la red, y en particular, para visualizar al menos una conexión de la red de iluminación entre un dispositivo de origen y un dispositivo de iluminación objetivo.

15 Un primer aspecto de la presente invención se refiere a un método de resolución de problemas de una red de iluminación que tiene una topología en malla, comprendiendo la red de iluminación una pluralidad de dispositivos de iluminación que cada uno tiene al menos una conexión a un dispositivo de origen, siendo la conexión directa o indirecta mediante uno o más otros de los dispositivos de iluminación que forman la conexión indirecta, comprendiendo cada uno de los dispositivos de iluminación una respectiva fuente de luz, comprendiendo el método las etapas de: identificar, para un objetivo uno de los dispositivos de iluminación, al menos una de dichas conexiones entre el dispositivo de origen y el dispositivo de iluminación objetivo; y determinar una característica de la conexión identificada del dispositivo de origen al dispositivo objetivo, en donde la característica comprende una intensidad de señal de la identificada de dichas conexiones y/o una latencia de la identificada de dichas conexiones; y controlar al menos una de las fuentes de luz para representar una visualización de la característica determinada de la conexión identificada entre el dispositivo de origen y el dispositivo de iluminación objetivo en la red de iluminación.

25 La visualización es un efecto de luz que identifica visualmente la conexión a un usuario. Es decir, de manera que el usuario puede observar la ruta o rutas tomadas por mensajes desde el dispositivo de origen al dispositivo de iluminación objetivo como consecuencia de la luz emitida por el al menos un origen de luz. La función primaria de las fuentes de luz y los dispositivos de iluminación es una de suministro de iluminación en uso normal; de acuerdo con la presente invención, estos comentarios se están utilizando para visualizar una parte particular de la topología de red de iluminación (que normalmente es invisible) en un contexto de resolución de problemas, en concreto la conexión o conexiones identificadas entre el dispositivo de origen y el dispositivo de iluminación objetivo.

30 Esto permite que el usuario visualice el encaminamiento de señales de comunicación y por lo tanto le posibilita identificar la causa del problema y remediarlo si fuera posible. Por ejemplo, los dispositivos de iluminación pueden indicar visualmente el número de saltos que están lejos del puente. El usuario puede a continuación observar fácilmente la distribución de la malla y puede determinar, por ejemplo, que otros dispositivos de iluminación deben estar funcionando para que un dispositivo de iluminación particular opere (ya que estos dispositivos de iluminación forman la cadena de comunicación de vuelta al puente desde el dispositivo de iluminación en cuestión).

La al menos una característica determinada de la conexión identificada que se transporta puede comprender adicionalmente:

45 un tipo de la conexión, o
un número de dichos dispositivos de iluminación que forman la conexión (cero para una conexión directa; uno o más de lo contrario).

50 Pueden identificarse al menos dos de dichas conexiones entre el dispositivo de origen y el dispositivo de iluminación objetivo, y el al menos un origen de luz es el controlador para representar una visualización de las al menos dos conexiones identificadas. Por ejemplo, los mensajes al dispositivo de iluminación objetivo pueden viajar mediante diferentes trayectorias (es decir mediante diferentes conexiones) a diferentes tiempos, y pueden visualizarse todas aquellas trayectorias.

55 Por ejemplo, puede visualizarse una trayectoria promedio o una trayectoria combinada (es decir todos los nodos implicados al menos una vez en la transmisión).

60 El método puede comprender adicionalmente: determinar, para al menos uno de los dispositivos de iluminación, un tipo de su conexión al dispositivo de origen como directa o indirecta; y controlar la fuente de luz de ese dispositivo de iluminación para proporcionar una indicación visual que transporta su tipo de conexión determinada.

Por ejemplo, la indicación visual del tipo de conexión puede tener un color único a ese tipo de conexión.

65 Determinar el tipo de conexión como indirecta puede comprender determinar el número de otros dispositivos de iluminación que forman la conexión indirecta entre ese dispositivo de iluminación y el dispositivo de origen. La indicación visual puede transportar el tipo de conexión indirecta y el número determinado de otros dispositivos de

iluminación en ese caso.

El al menos un dispositivo de iluminación puede ser, por ejemplo, el dispositivo de iluminación objetivo y/o al menos uno de los dispositivos de iluminación que forman una conexión indirecta entre el dispositivo de iluminación objetivo y el dispositivo de origen donde sea aplicable. Por ejemplo, cuando el dispositivo de iluminación objetivo tiene una conexión indirecta al dispositivo de origen, las etapas de determinación y control pueden realizarse para el dispositivo de iluminación objetivo y cada uno del uno o más otros dispositivos de iluminación que forman esa conexión indirecta.

El método puede comprender adicionalmente una etapa de recepción de entrada de usuario que indica el dispositivo de iluminación objetivo. Es decir, el dispositivo de iluminación objetivo puede seleccionarse por un usuario, como parte del proceso de resolución de problemas.

La visualización puede representarse controlando la fuente de luz del dispositivo de iluminación objetivo y cualquiera de los dispositivos de iluminación que forman la conexión identificada para representar la visualización. Por ejemplo, para representar colores, tonos particulares, etc., que distinguen visualmente aquel dispositivo o dispositivos de iluminación del resto de los dispositivos de iluminación.

Como alternativa o además, la visualización se representa controlando (por ejemplo, desactivando) todos los dispositivos de iluminación distintos del dispositivo de iluminación objetivo y cualquiera de los dispositivos de iluminación que forman la al menos una conexión identificada.

El dispositivo de origen puede ser, por ejemplo, un dispositivo de control central tal como un puente, o puede ser uno de los dispositivos de iluminación.

Otro aspecto de la presente invención se refiere a un producto de programa informático que comprende código almacenado en un medio de almacenamiento legible por ordenador y configurado, cuando se ejecuta en un procesador, para implementar cualesquiera de los métodos desvelados en el presente documento.

Otro aspecto de la presente invención se refiere a un controlador para una red de iluminación que tiene una topología en malla y que comprende una pluralidad de dispositivos de iluminación, teniendo cada uno al menos una conexión a un dispositivo de origen, siendo la conexión directa o indirecta mediante uno o más de otros de los dispositivos de iluminación que forman la conexión indirecta, comprendiendo el controlador: una interfaz de control configurada para conectar a la red de iluminación para controlar fuentes de iluminación de los dispositivos de iluminación; y un procesador configurado para implementar cualquiera de las etapas de método desveladas en el presente documento.

En las realizaciones, el procesador puede estar configurado para implementar cualquier característica de cualquier realización del primer o segundos aspectos.

El controlador puede realizarse en el mismo dispositivo de origen. Como alternativa, puede ser un dispositivo separado, un dispositivo de usuario de este tipo (por ejemplo, teléfono inteligente).

Breve descripción de los dibujos

Para ayudar al entendimiento de la presente divulgación y para mostrar cómo las realizaciones pueden llevarse a efecto, se hace referencia a modo de ejemplo a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 muestra una red de iluminación que tiene una topología en malla;

La Figura 2 muestra una red de iluminación que tiene una topología en malla;

La Figura 3 muestra un sistema que comprende una red de iluminación y un dispositivo de usuario;

Las Figuras 4A-4D son diagramas de flujo de los métodos de acuerdo con las realizaciones de la presente invención;

La Figura 5 muestra un sistema de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Figura 6 es un diagrama de bloques que muestra un sistema de control de acuerdo con las realizaciones de la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones

Las personas están empezando a prestar más interés en iluminar sus hogares de nuevas maneras. Están comprando más lámparas controlables móviles y luminarias que nunca. El uso de red de malla permite que un usuario amplíe libremente su sistema casi independientemente del tamaño de su casa. Sin embargo, los sistemas actuales no soportan resolución de problemas cuando, por ejemplo, uno de los dispositivos de iluminación se vuelve inalcanzable debido a que se desconectó otro dispositivo. La complejidad de la red se oculta del usuario, que está bien cuando el sistema funciona sin problemas, pero puede convertirse en un problema cuando las luces dejan de comportarse como se espera.

En una red de malla, los mensajes enviados por el puente se repiten por dispositivos de iluminación en la red de

manera que incluso si un dispositivo de iluminación específico no está directamente en el alcance del puente puede aún conseguir el mensaje que se reenvía por otro dispositivo de iluminación. Sin embargo, el usuario puede no tener conocimiento de esto y puede observar un comportamiento impredecible de algunas lámparas debido a que la lámpara o lámparas "intermedias" se desconectan usando un interruptor de alimentación (por ejemplo, un enchufe de pared que proporciona alimentación de red a la lámpara, o un interruptor local a la lámpara que controla la alimentación de una batería interna). La presente invención proporciona un método que permite que un usuario resuelva estos tipos de problemas.

Las realizaciones descritas permiten que el usuario descubra y visualice la red y por lo tanto entienda por qué algunas luces pueden no siempre reaccionar a la entrada de usuario. En particular, cuando el usuario intenta activar un dispositivo de iluminación particular (dispositivo objetivo) y no reacciona, el usuario puede posibilitar el modo de resolución de problemas cuando el sistema realiza las siguientes comprobaciones: determinar si alguno de los dispositivos de iluminación son alcanzables, basándose en la intensidad de señal inalámbrica previamente recopilada (por ejemplo, ZigBee), comprobar si los dispositivos de iluminación más cerca del puente son alcanzables (más cerca en este contexto significa en la topología de red, es decir, a cero saltos), a continuación preferentemente solicitar que el usuario encienda en primer lugar dispositivos de iluminación más cerca del puente, después de lo cual se reenvía el comando. Si es satisfactorio se visualiza una "trayectoria de luz" al usuario, es decir, el dispositivo o dispositivos de iluminación mediante los cuales el comando se retransmite al dispositivo objetivo se controlan para proporcionar en su iluminación una indicación visual de la trayectoria a través de la red a lo largo de la cual se retransmite el comando. Por ejemplo, un dispositivo de iluminación de "salto" intermedio puede cambiar el color o parpadear indicando al usuario que este dispositivo de iluminación necesita encenderse o estar en el modo en espera para que los dispositivos de iluminación en cuestión sean alcanzables y por lo tanto controlables.

Adicionalmente, cuando todos los dispositivos de iluminación se encienden el usuario puede solicitar que el sistema visualice alcances de comunicaciones inalámbricas de los dispositivos de iluminación usando una indicación visual tal como un color. Por ejemplo, todos los dispositivos de iluminación en alcance directo del puente pueden encenderse en verde y otros dispositivos de iluminación (uno o más saltos alejados del puente) en amarillo. Adicionalmente el método de resolución de problemas puede ampliarse permitiendo al usuario la capacidad para encender y apagar "el salto" para una o más lámparas específicas.

La Figura 1 muestra una red de iluminación 100 que tiene una topología en malla. La red de iluminación 100 comprende un dispositivo de origen 101 (un puente), una pluralidad de dispositivos de retransmisión 200A-C (encaminadores), y una pluralidad de dispositivos terminales 300A-E. Los dispositivos en la red 100 están dispuestos para comunicarse inalámbricamente (por ejemplo, de acuerdo con el protocolo ZigBee) con uno o más otros dispositivos en la red 100 de acuerdo con la topología en malla. Se aprecia que la disposición particular mostrada en la Figura 1 y descrita a continuación es simplemente ejemplar.

En la Figura 1, el alcance de la comunicación inalámbrica del dispositivo de origen 101 se ilustra por el área 101R. Esta área se muestra como un círculo que tiene un radio aproximadamente igual a la distancia máxima desde el dispositivo de origen 101 que puede ser otro dispositivo mientras se mantienen las comunicaciones inalámbricas con el dispositivo de origen 101. Se aprecia que el área 101R es simplemente ejemplar y que, en general, el área comunicable probablemente no será un círculo perfecto debido a la presencia de entorno anisotrópico (por ejemplo, paredes, suelos, etc., que afectan a la transmisión de señales de comunicación inalámbrica). Es decir, en la situación real los alcances no están totalmente basados en la distancia geométrica ya que se ven afectados por suelos, paredes, muebles y otros objetos en el hogar del usuario, de manera que unos dispositivos de iluminación que están físicamente cerca del puente no están necesariamente en el alcance directo. Se aprecia también que la figura 1 se muestra en dos dimensiones por motivos de claridad, pero en realidad el alcance comunicable está en un alcance de 3D.

De manera similar, los alcances comunicables de los dispositivos de retransmisión 200A, 200B, y 200C se ilustran por las áreas 200AR, 200BR, y 200CR, respectivamente. Los alcances inalámbricos de los dispositivos pueden ser diferentes para diferentes dispositivos.

La red de iluminación 100 de la Figura 1 comprende tres tipos de dispositivos:

1. El dispositivo de origen 101 (también denominado un coordinador) que selecciona una banda de frecuencia de radio para comunicación en la red y selecciona un n.º único para identificar la red, denominado la ID de Red de Área Personal (ID de PAN); en el sistema hue este papel se representa por el puente.
2. Los encaminadores 200 que se unen a la red formada por el coordinador 101. Después de unirse a una red, el encaminador también permite que otros dispositivos terminales en su alcance se unan a la red. El encaminador además de enviar y recibir sus propios datos, puede actuar también como datos de paso intermedio de otros nodos
3. Los dispositivos 300 terminales que son sensores/controladores que usan la red inalámbrica para la transmisión/recepción de datos. El dispositivo final se une a la red formada por el coordinador, y a continuación puede comunicarse con el coordinador.

Los dispositivos de iluminación pueden funcionar tanto como encaminadores como dispositivos terminales. Por lo tanto, se aprecia que la distinción entre encaminadores y dispositivos finales es simplemente funcional, y que un único

dispositivo físico (por ejemplo, un dispositivo de iluminación) puede proporcionar ambas funcionalidades. Por lo tanto, cuando un dispositivo de iluminación no está en el alcance directo del dispositivo de origen 101, uno de los otros dispositivos de iluminación intermedios puede desempeñar un papel de un encaminador y retraducir el mensaje de control del dispositivo de origen 101 a ese dispositivo de iluminación.

5 En la Figura 1, el dispositivo terminal 300A está en alcance de y en comunicación directa con el dispositivo de origen 101. El dispositivo terminal 300A se dice que está a cero "saltos" del dispositivo de origen 101 de acuerdo con la terminología de red de malla convencional.

10 El dispositivo de origen 101 también está en comunicación directa con los encaminadores 200A y 200B. El encaminador 200A está en alcance de y en comunicación directa con el dispositivo terminal 300B. El dispositivo terminal 300B no está en comunicación directa con el dispositivo de origen 101 puesto que está fuera de alcance, aunque aún puede comunicarse con el dispositivo de origen 101 indirectamente mediante el dispositivo de retransmisión 200A que está en alcance de tanto el dispositivo de origen 101 como del dispositivo final 300B. El
15 dispositivo terminal 300B se dice que está a un "salto" del dispositivo de origen 101.

El encaminador 200B está en alcance de y en comunicación directa tanto con el encaminador 200C como el dispositivo terminal 300C. El dispositivo terminal 300C no está por sí mismo en alcance del dispositivo de origen 101, sino que puede comunicarse indirectamente con el dispositivo de origen 101 retransmitiendo a través del dispositivo de retransmisión 200B. El dispositivo terminal 300C por lo tanto está a un salto del dispositivo de origen 101.

20 El encaminador 200C está en alcance de y en comunicación directa con ambos dispositivos terminales 300D y 300E. Los dispositivos terminales 300D y 300E pueden comunicarse con el dispositivo de origen 101 incluso aunque no estén en alcance de comunicación directa (es decir, en el área 101R) retransmitiendo mensajes a través del retransmisor 200C y 200B. Es decir, los mensajes del dispositivo de origen 101 alcanzan el dispositivo terminal 300D mediante la trayectoria 101-200B-200C-300D, y de manera similar para el dispositivo terminal 300E. Por lo tanto, los dispositivos terminales 300D y 300E están a dos saltos el dispositivo de origen 101. En otras palabras, hay dos dispositivos de retransmisión entre los dispositivos finales y el dispositivo de origen 101 (obsérvese que esto es igual al número de saltos).

30 Obsérvese que el dispositivo terminal 300C también esté en alcance del encaminador 200C pero puede no estar en comunicación directa puesto que el dispositivo terminal 300C está usando el dispositivo de retransmisión 200B para comunicarse con el dispositivo de origen 101.

35 En el escenario particular de un comando de iluminación que se retransmite a través de una red de iluminación, los retransmisores 200 son dispositivos de iluminación (como otros dispositivos de la red) que retransmiten el comando a uno o más otros dispositivos de iluminación (y pueden ajustar o no su propia iluminación de acuerdo con el comando). Los dispositivos finales 300 son dispositivos de iluminación que reciben un comando de iluminación, del puente 101 directamente o desde un dispositivo de retransmisión 200, pero no lo retransmiten. Es decir, los dispositivos de
40 iluminación en los que termina el comando. Si se retransmite o no un comando puede depender, por ejemplo, de la configuración de los dispositivos de iluminación y/o un tipo del comando.

45 La Figura 2 muestra una ilustración simplificada de una red de malla. En este ejemplo, únicamente se muestran dispositivos de iluminación, que realizan los papeles de tanto el encaminador como el dispositivo terminal, como se ha mencionado anteriormente.

La red comprende un dispositivo de origen 101, y una pluralidad de dispositivos de iluminación 400A-H. El dispositivo de iluminación 400A-H está dispuesto por número de saltos del dispositivo de origen 101: dispositivos de iluminación que están en alcance directo 500, dispositivos de iluminación que requieren un "salto" 501, y dispositivos de iluminación que requieren dos "saltos" 502. Obsérvese que los círculos 500-502 no indican el alcance inalámbrico del dispositivo de origen 101.

50 La Figura 3 muestra un sistema que comprende la red de iluminación de la figura 2 y un dispositivo de usuario 600 operable por un usuario 602 para proporcionar entrada de control al puente 101 mediante la red de comunicación 604 (por ejemplo, Internet). El dispositivo de usuario 600 puede poder también comunicarse directamente con el puente 101. El dispositivo de usuario 600 puede ser cualquier dispositivo electrónico operable por el usuario 602 para transmitir entrada de control a, y opcionalmente recibir datos desde, el puente 101. Por ejemplo, el dispositivo de usuario 600 puede ser un teléfono inteligente del usuario 602 o cualquier otro dispositivo electrónico portátil con capacidades de comunicación inalámbricas conocido en la técnica. Como es conocido también en la técnica, una o
60 más aplicaciones móviles ("aplicaciones") pueden estar ejecutándose en un procesador del dispositivo de usuario 600. Una de estas aplicaciones puede proporcionar una salida gráfica en una interfaz de usuario gráfica del dispositivo de usuario 600 para facilitar la interacción con el usuario 602. Por ejemplo, una aplicación de control de iluminación puede proporcionar al usuario 602 con información que pertenece a la red de iluminación tal como el estado actual de uno o más dispositivos de iluminación.

65 Debido a que los alcances inalámbricos de los dispositivos en la red no están basados totalmente en la distancia

geométrica (como se ha mencionado anteriormente), puede ser difícil que el usuario 602 entienda por qué, por ejemplo, uno de los dispositivos de iluminación que está cerca del puente 101 en ocasiones no es alcanzable por el sistema (es decir, en ciertas situaciones puede estar en alcance directo y en otras situaciones puede requerir un "encaminador" intermedio).

5 La presente invención proporciona la resolución de problemas de la red de iluminación usando una aplicación (o una característica de una aplicación de control de red de iluminación existente). La aplicación guía al usuario 602 a través de un par de etapas solicitando entrada de usuario, y a continuación visualiza la red al usuario 602 que indica los huecos o puntos críticos en la red (por ejemplo, cuando por ejemplo únicamente pueden alcanzarse varios dispositivos de ligadura si un dispositivo de iluminación específico está encendido o en espera). La indicación se hace visualmente por los dispositivos de iluminación mismos.

15 Las Figuras 4A-4D ilustran particularmente las realizaciones ventajosas de la presente invención relacionadas con métodos proporcionados por el dispositivo de origen 101 o el dispositivo de usuario 600. Los métodos ilustrados en las mismas pueden hacerse funcionar de manera separada, pero también pueden combinarse.

20 El método de la Figura 4A es el caso genérico. En este método, se determina el número de saltos y la indicación visual se proporciona para todos los dispositivos de iluminación en la red. Es decir, el puente 101 determina el número de saltos a cada uno de los dispositivos de iluminación y a continuación controla cada uno de los dispositivos de iluminación para indicar visualmente el número respectivo de saltos determinados para ese dispositivo de iluminación.

El número respectivo de saltos para un dispositivo de iluminación dado puede determinarse de diversas maneras dependiendo del sistema.

25 Por ejemplo, transmitiendo un mensaje que comprende un contador desde ese dispositivo de iluminación al puente 101. El contador se actualiza por cada dispositivo de iluminación de retransmisión en el camino hacia el puente 101 y por lo tanto el puente 101 puede determinar el número de saltos para el dispositivo de iluminación que inició ese mensaje.

30 Como otro ejemplo, en ZigBee, cada vez que se añaden nuevos dispositivos la red realiza descubrimiento de ruta, y después de eso, con la condición de que la posición de los dispositivos no haya cambiado cuando el sistema necesita enviar un mensaje a una lámpara particular la dirección de esa lámpara definiría la ruta (es decir cualquier dispositivo intermedio). Cada dispositivo en la red conoce el siguiente salto en la trayectoria al destino: por ejemplo tomando la figura 1, si el mensaje se envía desde 101 a 300D, 101 enviará en primer lugar el mensaje a todos sus vecinos, los nodos 300A y 200A no reconocerán la dirección y no retraducirán el mensaje mientras que 200B además reconocerá la dirección y retraducirá el mensaje adicionalmente, y así sucesivamente. Como tal, basándose en la dirección de destino cada nodo sabría si se supone que la retraducirá o no.

40 La indicación visual del número de saltos comprende un respectivo efecto de iluminación diferente para diferentes respectivos números de saltos, por ejemplo, diferentes tonos, brillos, saturaciones, frecuencias de parpadeo, etc. Por ejemplo, cambiar el color de la luz para indicar el número de saltos que está lejos ese dispositivo de iluminación del puente 101, por ejemplo verde alcance directo, amarillo un salto y rojo dos saltos, etc. El dispositivo de iluminación emite características distintas del color que pueden usarse, por ejemplo, en caso de lámparas blancas que usan atenuación o parpadeo.

45 En la Figura 4B, el número de saltos se determina de nuevo para todos los dispositivos de iluminación. Sin embargo, únicamente se controlan los dispositivos de iluminación para los que se determina que el respectivo número de saltos era cero (es decir únicamente los dispositivos de iluminación en comunicación directa con el puente 101) para indicar visualmente su número de saltos (es decir cero, para todos estos dispositivos de iluminación). La indicación visual puede ser cualquier indicación adecuada como anteriormente. Obsérvese que en este caso el número de saltos es el mismo para todos los dispositivos de iluminación y por lo tanto así son las indicaciones visuales. El valor de cero usado en este punto es simplemente ejemplar y en general puede usarse cualquier número entero. Por ejemplo, los dispositivos de iluminación para los que el respectivo número de saltos se determina que es uno, dos o más, puede controlarse para proporcionar una indicación visual (y no cualesquiera otros dispositivos de iluminación). Este número entero puede ser un número entero predeterminado establecido por el puente 101 después de la puesta en marcha pero puede también, o como alternativa, ser alterable por el usuario 602 proporcionado entrada al puente 101 usando el dispositivo de usuario 600.

60 Una realización más sencilla de este método es determinar directamente qué dispositivos de iluminación están conectados directamente al puente 101, por ejemplo, enviando un mensaje desde el puente 101 que provoca que todos los dispositivos de iluminación en alcance respondan con una identificación de sí mismos. Estos dispositivos de respuesta son entonces implícitamente aquellos dispositivos en la red para la que el número de saltos es cero, como anteriormente, pero este método no requiere determinar el número de saltos para otros dispositivos de iluminación (con número de saltos igual o mayor que uno).

65 En la Figura 4C, el número de saltos se determina de nuevo para todos los dispositivos de iluminación. En este caso,

las indicaciones visuales se particionan en dos mitades: una primera indicación visual para dispositivos de iluminación que tienen un número de saltos igual a cero y una segunda indicación visual para dispositivos de iluminación que tienen un número de saltos igual a uno o mayor. La segunda indicación visual es diferente de la primera, y puede comprender un efecto de tono, brillo, saturación, parpadeo, atenuación, etc., diferente como se ha descrito anteriormente en relación con la primera indicación visual.

Una realización más sencilla de este método es determinar directamente qué dispositivos de iluminación están conectados directamente al puente 101 (como anteriormente), y para determinar directamente qué dispositivos de iluminación no están conectados al puente 101. Por ejemplo, el conjunto de todos los dispositivos de iluminación en la red menos el conjunto de dispositivos de iluminación directamente conectados equivale al conjunto de dispositivos de iluminación indirectamente conectados.

Obsérvese, sin embargo, que esto no siempre puede ser necesario: por ejemplo, en el contexto de ZigBee, después de que se ha creado una red Zig-Bee de conformidad con el protocolo ZigBee, el puente conocerá automáticamente cuáles dispositivos son nodos directos y cuáles indirectos. Esto es inherente en la creación y gestión de redes de malla ZigBee, por lo que no hay necesidad de añadir ninguna etapa de reconocimiento en este contexto. Es importante observar, sin embargo, que cuando el puente intenta alcanzar una lámpara que está marcada como "directa" o de cero saltos, y no puede, intentará alcanzarla con el uso de saltos por lo que básicamente intentará reconstruir parte de la red y creará una nueva ruta (en realidad puede ocurrir puesto que, por ejemplo, el usuario usó la lámpara en la sala de estar y a continuación la movió a la habitación que está más alejada del puente). En otras palabras, la topología de la red puede cambiar dinámicamente en uso, con nuevas conexiones directas y/o indirectas que se crean automáticamente en respuesta a intentos de comunicación fallidos o cambios detectados en la red, por ejemplo.

La Figura 4D, que el método comprende adicionalmente una etapa de recepción de entrada de usuario relacionada con uno seleccionado de los dispositivos de iluminación ("dispositivo objetivo" - indicado por la estrella * en la Figura 4D). El método a continuación continúa para determinar el número de saltos, como anteriormente, pero en este caso el número de saltos necesita determinarse únicamente para dispositivos de iluminación que forman parte de la cadena de retransmisión de comunicación entre el puente 101 y el dispositivo de iluminación seleccionado. Los dispositivos de iluminación en la cadena de retransmisión únicamente se controlan a continuación para proporcionar la indicación visual (de acuerdo con cualquiera de las opciones dadas anteriormente). Esto es ventajoso en que el usuario puede estar interesado únicamente en visualizar la trayectoria de comunicación desde el puente 101 a uno particular de los dispositivos de iluminación a través de los cuáles se encaminan señales de control a ese dispositivo de iluminación. El usuario puede por lo tanto visualizar fácilmente qué dispositivo o dispositivos de iluminación se usan por el sistema para alcanzar ese dispositivo de iluminación y por lo tanto se requiere que esté encendido o en modo en espera.

La Figura 5 muestra otra alternativa de acuerdo con otra realización de la presente invención. En esta realización, el usuario selecciona de nuevo un dispositivo de iluminación particular (dispositivo objetivo, como anteriormente) explícitamente mediante entrada de usuario especializada o implícitamente mediante un comando de control normal. El puente 101 a continuación controla los dispositivos de iluminación en la trayectoria entre el puente 101 y el dispositivo de iluminación objetivo para proporcionar una indicación visual particular (por ejemplo, parpadeo).

Una extensión de las técnicas descritas por un usuario para visualizar grupos de lámparas que usan la misma lámpara como un intermediario y están directamente conectados a ella, por ejemplo, en la Figura 1 200C y 300C hay un grupo de lámparas que son directamente alcanzables por 200B, por lo que, por ejemplo, un usuario puede seleccionar una lámpara y solicitar que el sistema visualice lámparas que están directamente conectadas a él en la red de malla, por lo que en el caso de 200B, la visualización resultante (por ejemplo, lámparas que cambian de color) incluiría únicamente 200C y 300C, pero no 300D y 300E a pesar del hecho de que también necesitan 200B pero también requieren un salto adicional por lo que no están directamente conectadas a 200B.

A este respecto, se observa que, aunque el dispositivo de origen puede ser un controlador centralizado tal como el puente 101, puede ser también uno de los mismos dispositivos de iluminación.

La Figura 6 muestra un diagrama esquemático de un sistema que comprende el dispositivo de usuario 600, un controlador 700 y un dispositivo de iluminación 400. Por simplicidad, únicamente se muestra un dispositivo de iluminación 400 pero se aprecia que pueden estar presentes más de uno.

El controlador 700 comprende una primera interfaz de comunicaciones 702, un procesador 704, y una segunda interfaz de comunicaciones 706. La primera interfaz de comunicaciones 702 está dispuesta para recibir señales de datos desde y proporcionar señales de datos al dispositivo de usuario 600 (como se ha mencionado anteriormente por ejemplo mediante WiFi). La segunda interfaz de comunicaciones 706 está dispuesta para recibir señales de datos desde y proporcionar señales de datos (comandos de control) al dispositivo o dispositivos de iluminación 400. El procesador 704 está conectado de manera operable a tanto la primera interfaz de comunicaciones 702 como a la segunda interfaz de comunicaciones 706 y comprende una o más unidades de ejecución dispuestas para ejecutar código ejecutable por ordenador 705. El controlador 700 puede implementarse en cualquiera del puente 101 o puede implementarse en el mismo dispositivo de usuario 600.

El dispositivo de iluminación 400 (también denominado una lámpara o luminaria) comprende una interfaz de comunicaciones 402, un procesador 404, y una fuente de luz 406. La interfaz de comunicaciones 402 está dispuesta para recibir comandos de control desde, y proporcionar señales de datos al controlador 700. La fuente de luz 406 puede ser cualquier fuente de luz controlable adecuada que comprenda una o más unidades de fuentes de luz individuales tales como uno o más LED, una o más bombillas fluorescentes o una o más bombillas de filamento, etc. El procesador 404 está acoplado de manera operable a tanto la interfaz de comunicaciones 402 como a la fuente de luz 406. El procesador 404 comprende una o más unidades de procesamiento y está dispuesto para recibir comandos de control desde el controlador 706 mediante la interfaz de comunicaciones 402 y procesarlos para controlar la fuente de luz 406 de acuerdo con los comandos de control recibidos. El procesador 404 también, en el caso de que el dispositivo de iluminación 400 sea un dispositivo de retransmisión, procesa los comandos de control recibidos para determinar uno o más dispositivos de iluminación adicionales a los que han de retransmitirse el comando de control, y transmite el comando de control a aquellos dispositivos de iluminación mediante la interfaz de comunicaciones 402 (no mostrada en la Figura 6)

Se apreciará que las realizaciones anteriores se han descrito únicamente a modo de ejemplo. 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 otras realizaciones el sistema registra la trayectoria de red e intensidades de señal relativas (por ejemplo, intensidad de señal de ZigBee) para cada dispositivo de iluminación. En este caso, el método puede comprender adicionalmente una etapa de determinación, para alguno o todos los dispositivos de iluminación, de una intensidad de señal de la señal de datos según se recibe por ese dispositivo de iluminación; y en donde el al menos uno de los dispositivos de iluminación se controla adicionalmente para variar una propiedad de la primera indicación visual de acuerdo con la intensidad de señal determinada.

Puede proporcionarse realimentación más inmediata al usuario. Por ejemplo, si el usuario intenta controlar un dispositivo de iluminación que actualmente no es alcanzable por el puente 101 y se sabe para el sistema que está fuera del alcance directo (es decir requiere al menos un dispositivo de iluminación de retransmisión), el sistema comprueba el estado de ese (esos) dispositivo o dispositivos de iluminación "encaminadores". Si el dispositivo o dispositivos de iluminación "encaminadores" tampoco es (son) visibles para el sistema (que significa que lo más probable es que esté desconectado) el sistema notifica al usuario 602 que ese dispositivo de iluminación específico (es decir, el dispositivo de retransmisión, o más de un dispositivo de retransmisión) deben encenderse también o estar en modo en espera para que el dispositivo de iluminación en cuestión se vuelva operacional.

La indicación visual del número de saltos en el sistema puede usarse también para proporcionar un "modo educacional" en la red de iluminación que usa una guía paso a paso para mostrar al usuario 602 cómo la red de malla usa otros dispositivos de iluminación para enviar la señal. Esto puede ser una demostración práctica donde las luces están controladas (por ejemplo, encendidas y apagadas) para transportar la topología de red. En algunos casos, puede proporcionarse también información adicional mediante la misma aplicación para ofrecer consejo sobre cómo ampliar el alcance de la red, proporcionando una indicación visual de los límites actuales de la red de malla. Por ejemplo, para sugerir una reubicación de una o más luces para ampliar el alcance.

Las características sobre la aplicación pueden proporcionar también a los usuarios con ideas sobre cómo diferentes construcciones de edificios (por ejemplo, hormigón, ladrillo, pared de viga), paredes o suelos, o la distancia pueden afectar a la señal y a la eficacia de la red de malla. Para ayudar a visualizar esto el usuario podría andar con un HueGo alrededor de su hogar y el color podría cambiar para mostrar cómo de intensa es la señal original en cualquier ubicación particular, dónde necesita recibir en el hogar una señal con salto o dónde está actuando como un encaminador, etc. Es decir, la indicación visual puede proporcionarse por una luminaria portátil, y puede modificarse en respuesta un cambio en la ubicación de la luminaria portátil.

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 pueden 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. 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. Cualesquiera signos de referencia en las reivindicaciones no deberían interpretarse como que limitan el alcance.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método de resolución de problemas de una red de iluminación (100) que tiene una topología en malla, comprendiendo la red de iluminación (100) una pluralidad de dispositivos de iluminación (200, 300, 400A-H) teniendo cada uno al menos una conexión a un dispositivo de origen (101), siendo la conexión directa o indirecta mediante uno o más otros de los dispositivos de iluminación (200, 300) que forman la conexión indirecta, comprendiendo cada uno de los dispositivos de iluminación (200, 300, 400A-H) una respectiva fuente de luz, comprendiendo el método las etapas de:
- 10 identificar, para uno objetivo de los dispositivos de iluminación (200, 300, 400A-H), al menos una de dichas conexiones entre el dispositivo de origen (101) y el dispositivo de iluminación objetivo;
- determinar una característica de la conexión identificada del dispositivo de origen (101) al dispositivo objetivo, en donde la característica comprende una intensidad de señal de la identificada de dichas conexiones y/o una latencia de la identificada de dichas conexiones; y caracterizado por
- 15 controlar al menos una de las fuentes de luz para representar una visualización de la característica determinada de la conexión identificada entre el dispositivo de origen (101) y el dispositivo de iluminación objetivo en la red de iluminación (100).
- 20 2. El método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde se identifican al menos dos de dichas conexiones entre el dispositivo de origen (101) y el dispositivo de iluminación objetivo, y el al menos un origen de luz es un controlador para representar una visualización de las al menos dos conexiones identificadas.
3. El método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende adicionalmente:
- 25 determinar, para al menos uno de los dispositivos de iluminación (200, 300, 400A-H), un tipo de su conexión al dispositivo de origen (101) como directa o indirecta; y controlar la fuente de luz de ese dispositivo de iluminación para proporcionar una indicación visual que transporta su tipo de conexión determinada.
- 30 4. El método de la reivindicación 3, en donde el dispositivo de iluminación objetivo tiene una conexión indirecta al dispositivo de origen (101); y en donde las etapas de determinación y de control se realizan para el dispositivo de iluminación objetivo y cada uno del uno o más otros dispositivos de iluminación que forman esa conexión indirecta.
- 35 5. El método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende adicionalmente una etapa de recepción de entrada de usuario que indica el dispositivo de iluminación objetivo.
- 40 6. El método de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la determinación del tipo de conexión como indirecta comprende la determinación del número de otros dispositivos de iluminación que forman la conexión indirecta entre ese dispositivo de iluminación y el dispositivo de origen.
7. El método de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la indicación visual transporta el tipo de conexión indirecta y el número determinado de otros dispositivos de iluminación en ese caso.
- 45 8. El método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde la visualización se representa controlando la fuente de luz del dispositivo de iluminación objetivo y cualquiera de los dispositivos de iluminación que forman la conexión identificada para representar la visualización.
- 50 9. El método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde la visualización se representa controlando todos los dispositivos de iluminación distintos del dispositivo de iluminación objetivo y cualquiera de los dispositivos de iluminación que forman la al menos una conexión identificada.
10. El método de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la indicación visual del tipo de conexión tiene un color único para ese tipo de conexión.
- 55 11. Un producto de programa informático que comprende código almacenado en un medio de almacenamiento legible por ordenador que, cuando el código se ejecuta por un procesador, provoca que el procesador lleve a cabo el método de cualquier reivindicación anterior.
- 60 12. Un controlador (700) para una red de iluminación (100) que tiene una topología en malla y que comprende una pluralidad de dispositivos de iluminación (200, 300, 400A-H) teniendo cada uno al menos una conexión a un dispositivo de origen (101), siendo la conexión directa o indirecta mediante uno o más otros de los dispositivos de iluminación que forman la conexión indirecta, comprendiendo el controlador:
- 65 una interfaz de control configurada para conectar a la red de iluminación (100) para controlar fuentes de iluminación de los dispositivos de iluminación; y un procesador configurado para realizar las etapas de:

identificar, para uno objetivo de los dispositivos de iluminación, al menos una de dichas conexiones entre el dispositivo de origen (101) y el dispositivo de iluminación objetivo,

5 determinar una característica de la conexión identificada del dispositivo de origen (101) al dispositivo objetivo, en donde la característica comprende una intensidad de señal de la identificada de dichas conexiones y/o una latencia de la identificada de dichas conexiones; y caracterizado por que el procesador está configurado adicionalmente para realizar la etapa de:

10 controlar al menos una de las fuentes de luz para representar una visualización de la característica determinada de la conexión identificada entre el dispositivo de origen (101) y el dispositivo de iluminación objetivo en la red de iluminación.

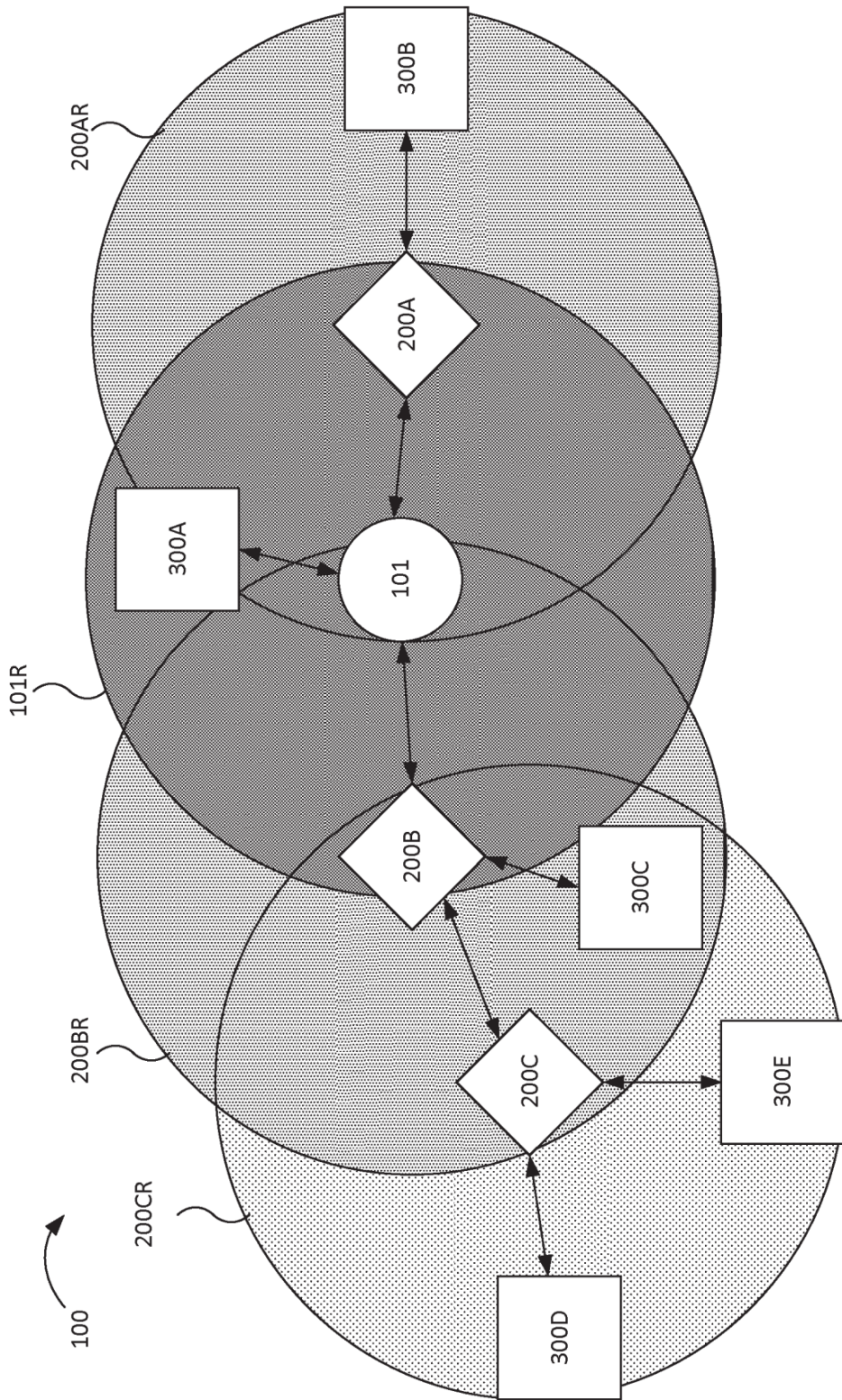


Figure 1

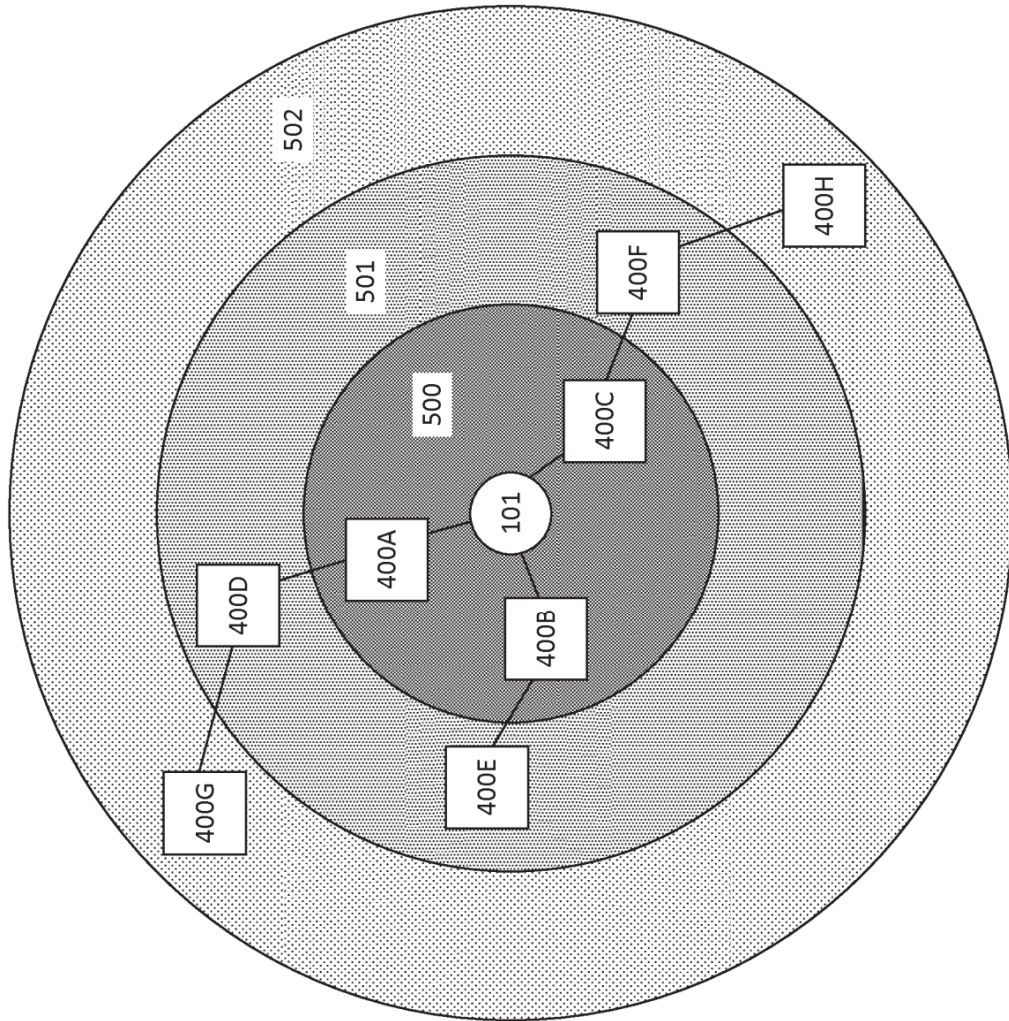


Figura 2

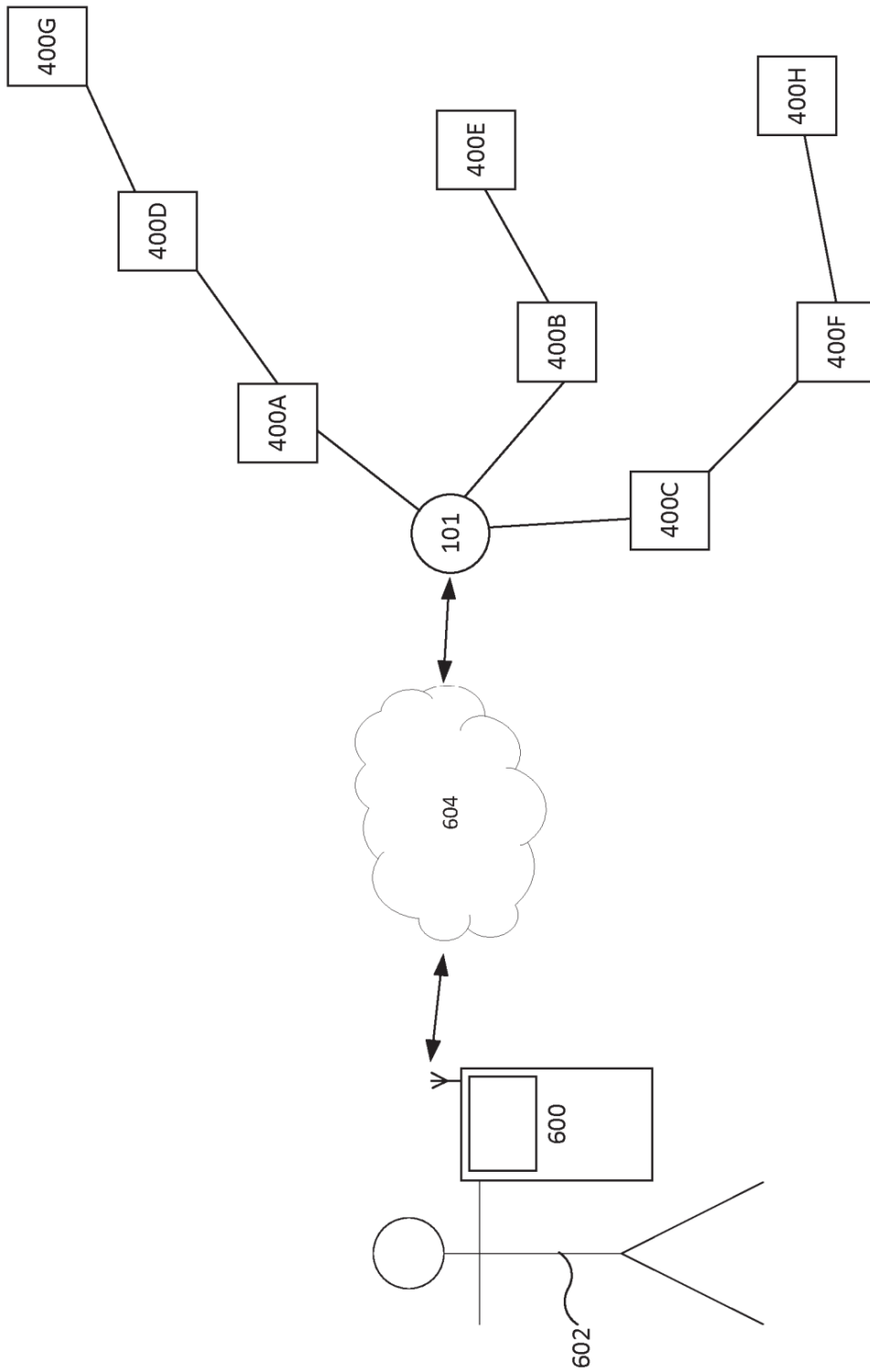


Figura 3

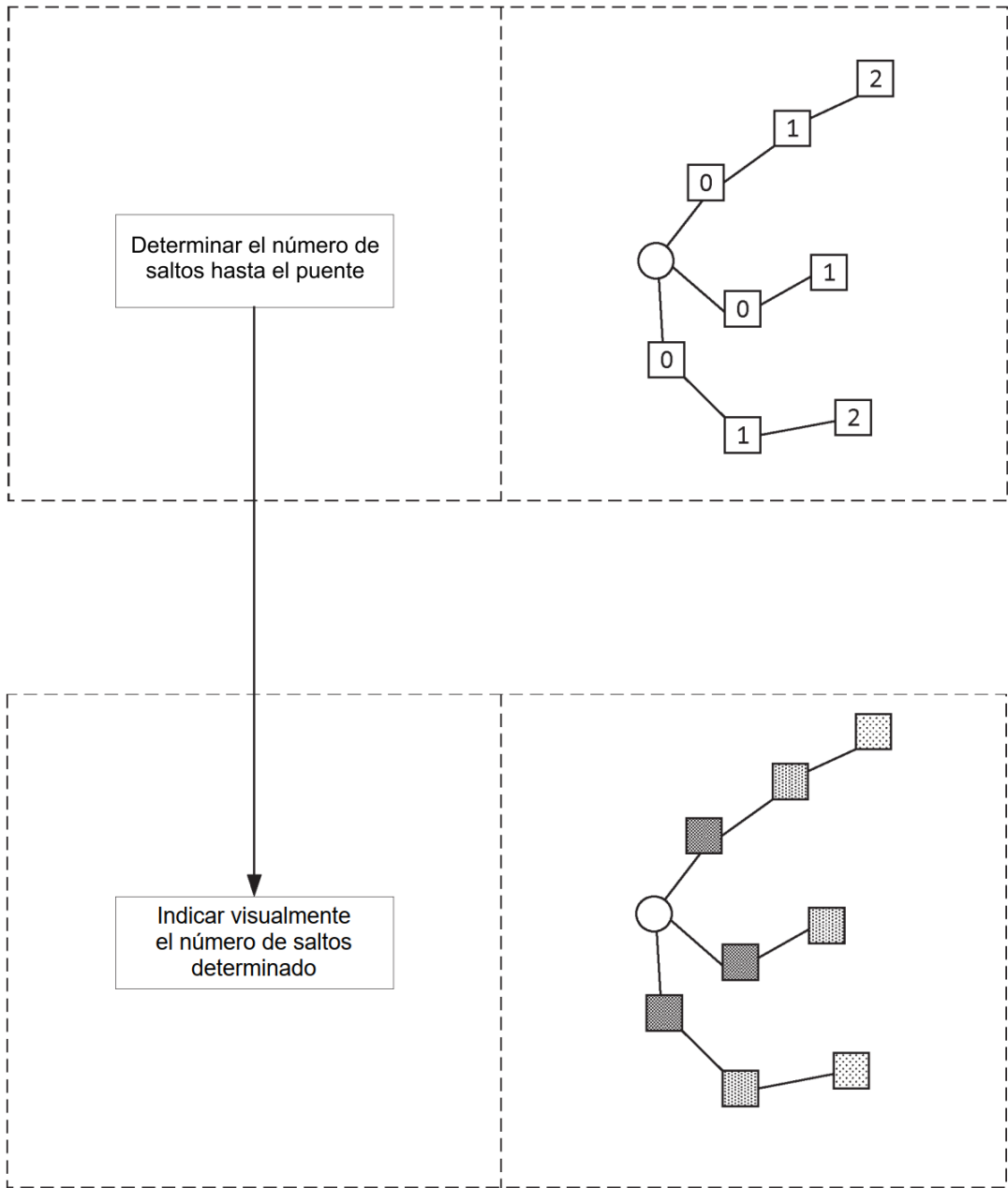


Figura 4A

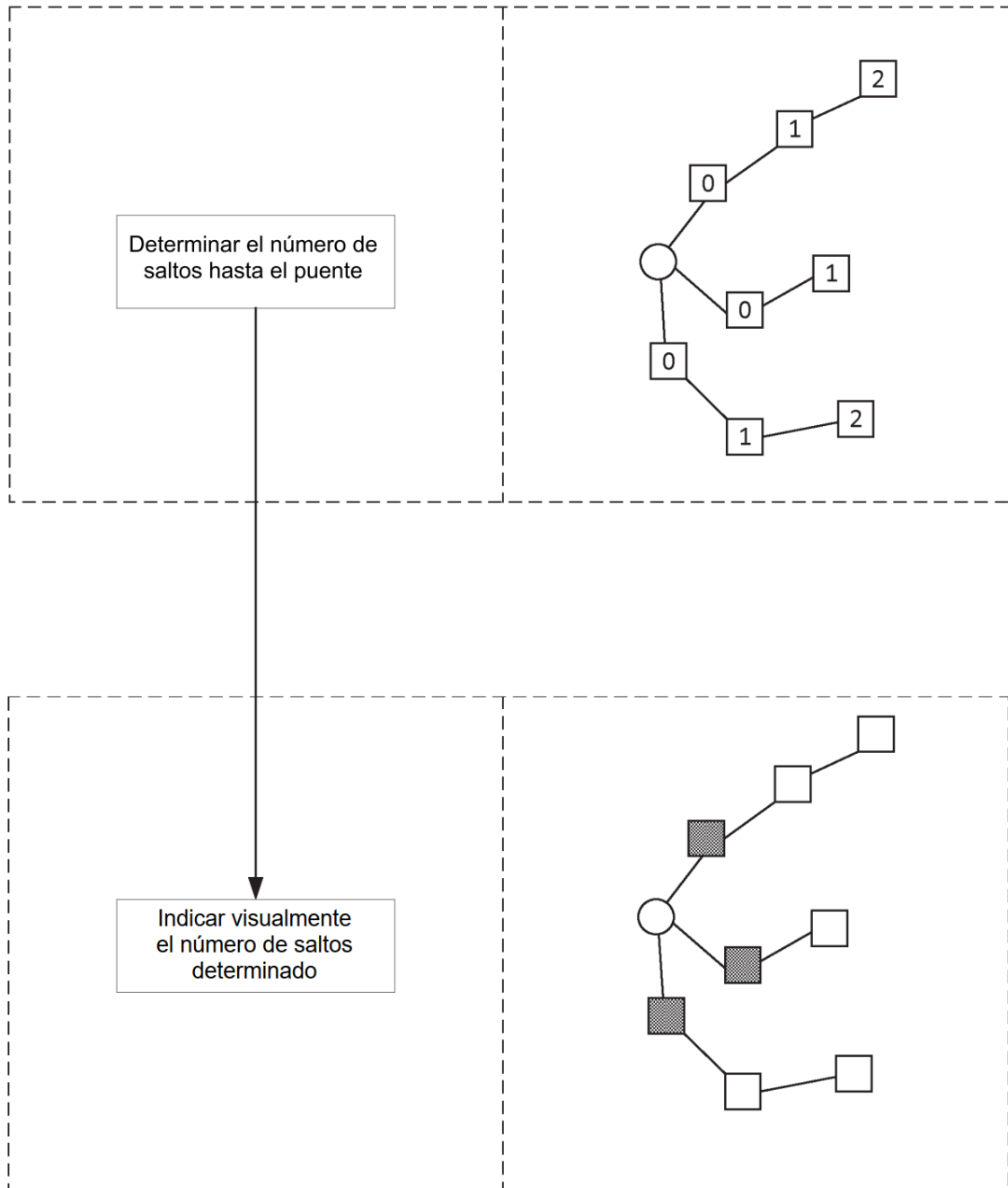


Figura 4B

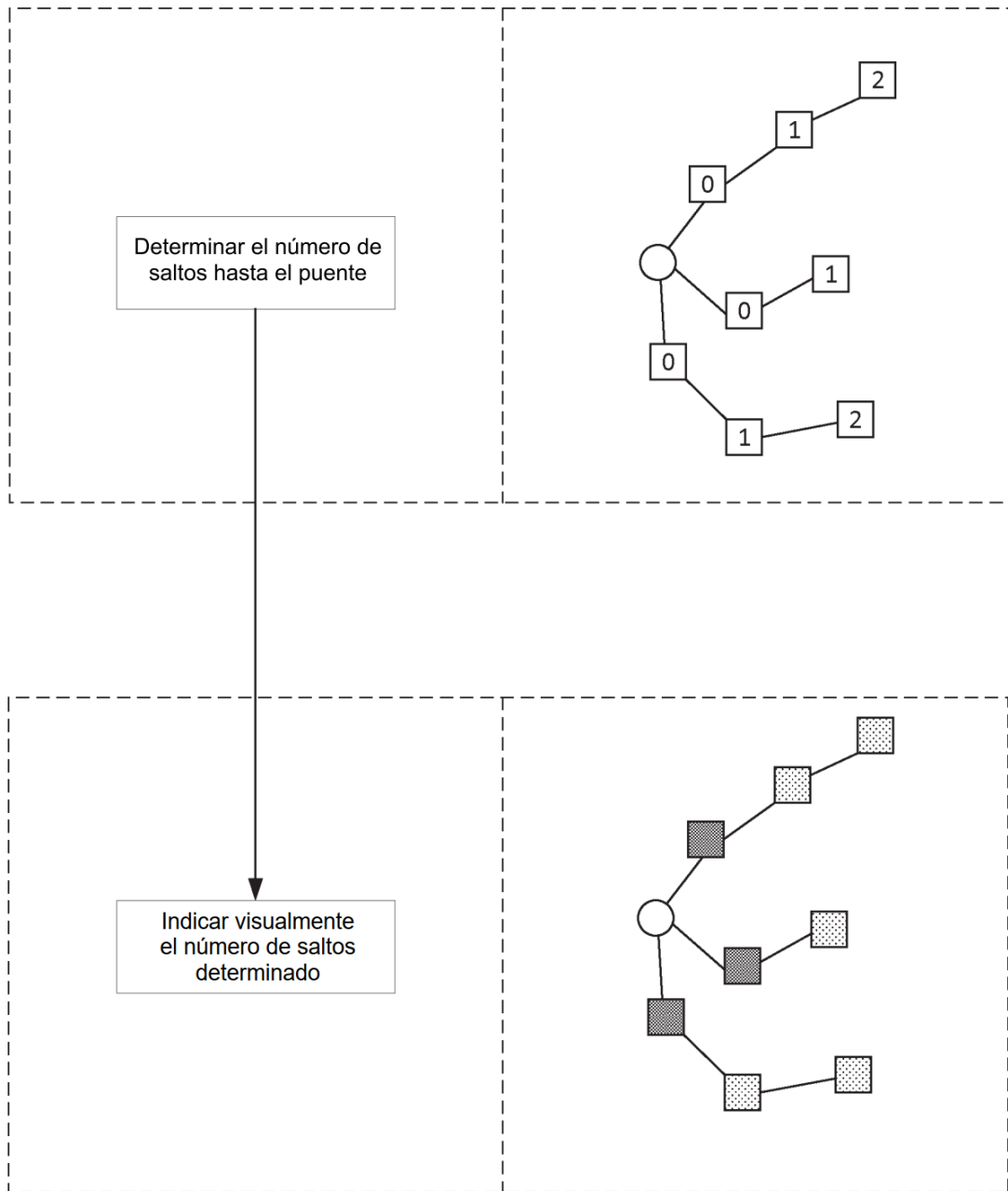


Figura 4C

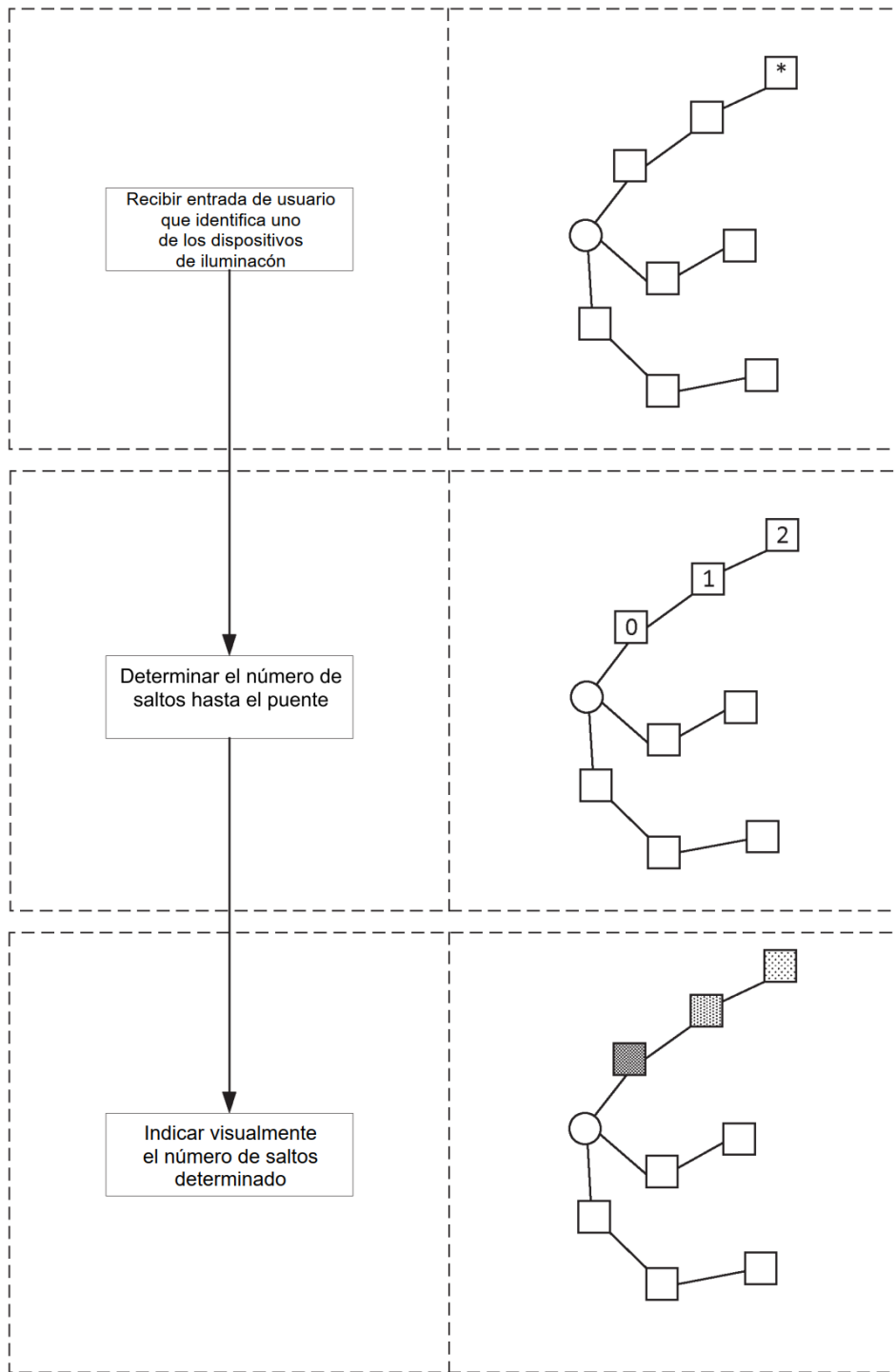


Figura 4D

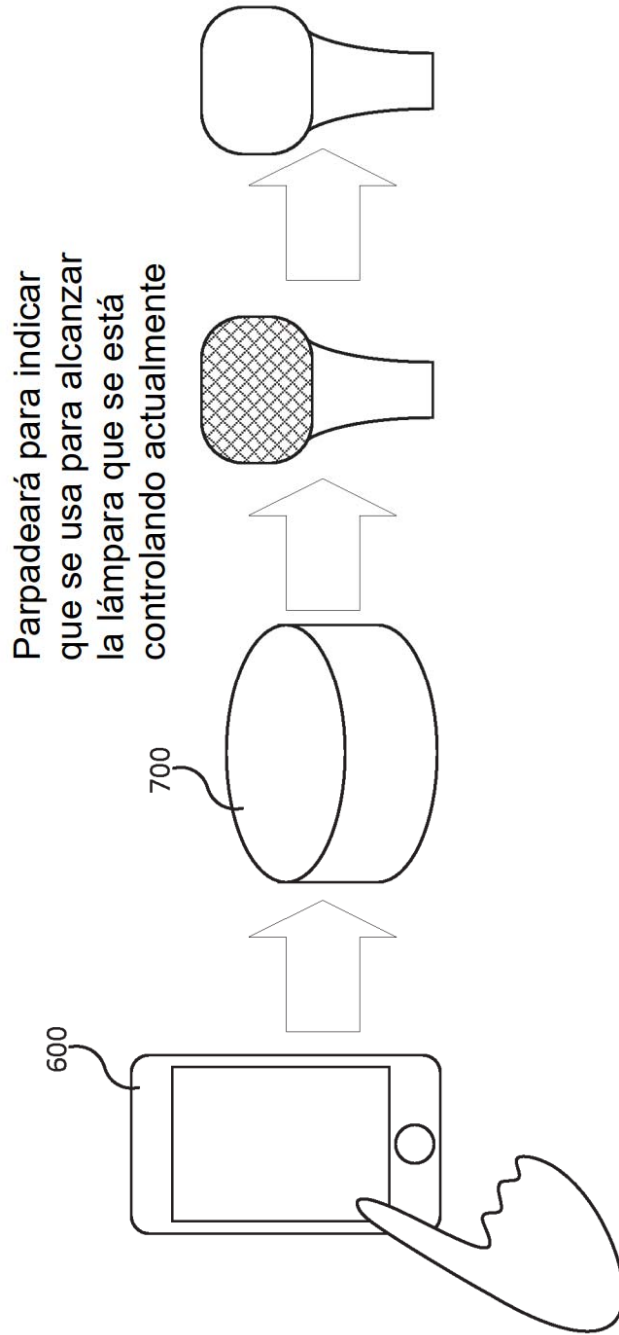


Figura 5

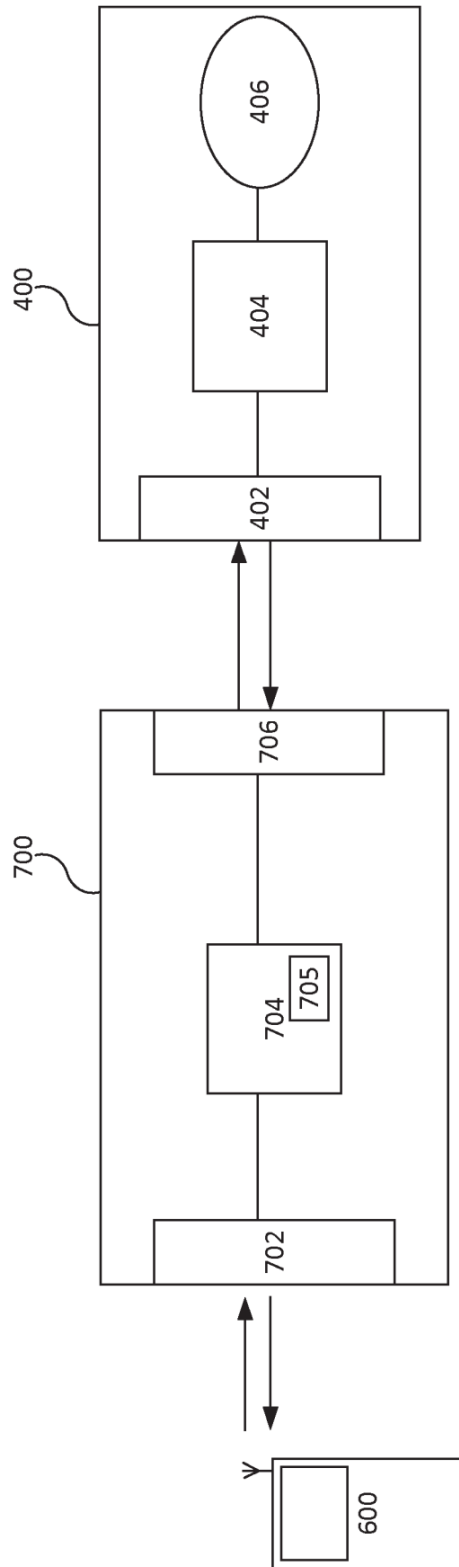


Figura 6