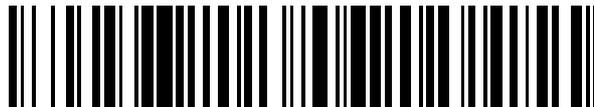


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 578 852**

51 Int. Cl.:

**G06F 17/50** (2006.01)

**G01S 5/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.08.2007 E 07826194 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2016 EP 2067108**

54 Título: **Localizar nodos de referencia para posicionamiento**

30 Prioridad:

**06.09.2006 EP 06120233**

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

**02.08.2016**

73 Titular/es:

**PHILIPS LIGHTING HOLDING B.V (100.0%)  
High Tech Campus 45  
5656 AE Eindhoven , NL**

72 Inventor/es:

**SIMONS, PAUL, R. y  
PITCHERS, STEPHEN, M.**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 578 852 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

Localizar nodos de referencia para posicionamiento

5 La presente invención se refiere a configuración de dispositivos en una red. Particularmente, se refiere a un método y aparato para coincidir un dispositivo real en una red inalámbrica con un dispositivo correspondiente en un plano de tales dispositivos.

10 Los sistemas de control de iluminación se están convirtiendo en algo común en los establecimientos comerciales y domésticos. Muchos de estos sistemas comprenden dispositivos que pueden comunicar inalámbricamente, lo que introduce flexibilidad aumentada en el sistema puesto que todos los enlaces son completamente programables. Los sistemas de control de iluminación están instalados típicamente de acuerdo con un plano de construcción detallado que indica la localización de cada dispositivo. La información en el plano de construcción se almacena en registros en una base de datos usada mediante un programa para controlar el sistema. Los registros también incluyen la funcionalidad de cada dispositivo, que se ha introducido manualmente o se deduce usando algoritmos del programa. Para que el programa comunique con los nodos de la red, el número de identificación (ID) de cada nodo necesita añadirse al registro que corresponde a ese nodo. El proceso para coincidir cada nodo almacenado en el programa informático con el ID del nodo real en la red se realiza típicamente después de que se haya completado la instalación del sistema. Típicamente incluye que un ingeniero de iluminación lea el código de barras de cada dispositivo instalado e introduzca manualmente el ID para cada dispositivo en el sistema usando una interfaz de usuario gráfica. Para recordar qué ID o código de barras corresponde a cada dispositivo en el momento de introducir los ID, los códigos de barras típicamente se pegan en una copia impresa del plano de construcción de manera que los ID pueden introducirse en el programa en un momento posterior. Sin embargo, este proceso lleva tiempo y es propenso a errores. Existe por lo tanto una necesidad para automatizar este proceso.

25 La solicitud de patente WO 2006/095317 describe la puesta en servicio automatizada de un sistema de iluminación inalámbrico triangulando mediciones de alcance desde dispositivos conocidos en una red y coincidiendo estos dispositivos en el sistema a registros correspondientes en el plano de construcción. Una vez que se establece una posición de un nuevo dispositivo puede usarse como un punto de referencia adicional. Este proceso puede continuar hasta que se identifiquen todos los dispositivos en una planta o edificio total. Sin embargo, para empezar este proceso, la puesta en servicio típicamente requiere al menos tres dispositivos en el sistema con coordenadas conocidas que pueden actuar como puntos de referencia que pueden usarse para localizar otros dispositivos. Estos puntos de referencia se establecen normalmente por el ingeniero de instalación usando el método convencional, es decir el ingeniero obtiene los códigos de barras para los tres puntos de referencia, encuentra los registros para los dispositivos en la memoria de un ordenador usado para llevar a cabo la puesta en servicio y almacena los ID en los registros pertinentes. Después de que se han establecido los puntos de referencia, puede empezar la puesta en servicio automática.

40 Además, en ocasiones se desea tener más de tres puntos de referencia, por ejemplo, si algunos de los puntos de referencia estuvieran localizados fuera del alcance de transmisión de un dispositivo particular. La etapa para establecer los puntos de referencia lleva tiempo y es propensa a errores. Además, cuanto mayor es el número de puntos de referencia requeridos, mayor es la probabilidad de un error.

45 El documento US 2005/0228613 y el documento US 2004/0232856 desvelan también métodos para determinar la posición de nodos en una red con respecto a nodos de referencia con posiciones conocidas en la red.

La invención trata los problemas anteriormente analizados.

50 De acuerdo con la invención, se proporciona un método para poner en servicio una pluralidad de dispositivos en una red inalámbrica de acuerdo con la reivindicación 1.

55 El plano puede comprender un registro para cada dispositivo que indica las coordenadas de ese dispositivo en un sistema de coordenadas. Los datos recibidos pueden incluir un ID único del dispositivo y el método puede comprender adicionalmente almacenar el ID único del dispositivo y el método puede comprender adicionalmente almacenar el ID único en el registro del dispositivo identificado.

En consecuencia, la invención proporciona un método para establecer nodos de referencia sin requerir que un usuario lea los códigos de barras de los nodos e introduzca los ID manualmente en el sistema informático.

60 La característica única puede comprender un tipo único del dispositivo o un alcance de distancia único a otro dispositivo en el sistema. Los datos recibidos desde el dispositivo pueden incluir el tipo del dispositivo y las mediciones de alcance entre el dispositivo y sus vecinos. El tipo puede incluir al menos uno de la marca, modelo y número de puntos de extremo del dispositivo.

65 Por ejemplo, un dispositivo puede identificarse puesto que es la única luminaria de un modelo específico en el sistema y un conmutador puede identificarse puesto que es el conmutador localizado más cerca de la luminaria

identificada de todos los conmutadores en el sistema.

Las mediciones de alcance pueden obtenerse analizando señales enviadas desde el dispositivo a sus vecinos o señales enviadas desde los vecinos al dispositivo.

5 De acuerdo con la invención, se proporciona también un programa informático que comprende instrucciones ejecutables por ordenador que cuando se ejecutan mediante un procesador provocan que el procesador realice el método como se ha definido anteriormente.

10 Aún además, de acuerdo con la invención se proporciona también un aparato 8.

La información que corresponde a un plano de dispositivos puede incluir un registro para cada dispositivo que indica las coordenadas de cada dispositivo en un sistema de coordenadas. Los datos recibidos pueden incluir un ID único de dicho dispositivo real y los medios para coincidir operan para almacenar el ID único en el registro de dicho dispositivo identificado.

15 Las características únicas pueden comprender un tipo único del dispositivo o un alcance de distancia única a otro dispositivo en el sistema. Los datos recibidos desde dicho dispositivo real pueden incluir el tipo de dicho dispositivo real y las mediciones de distancia entre dicho dispositivo real y sus dispositivos vecinos.

20 El sistema inalámbrico puede ser un sistema de iluminación o una red domótica. El aparato puede ser un ordenador personal.

25 El aparato puede formar parte de un sistema que comprende una pluralidad de dispositivos conectados en una red inalámbrica, comprendiendo la pluralidad de dispositivos al menos una pasarela que opera para comunicar con el aparato. La pasarela puede estar configurada para comunicar con dicho aparato a través de un enlace de LAN. La pluralidad de dispositivos puede comprender una pluralidad de dispositivos ZigBee.

30 Las realizaciones de la invención se describirán ahora, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es una ilustración esquemática de un plano de construcción para un sistema de control de iluminación; La Figura 2 es un diagrama esquemático de una luminaria, conmutador o detector de presencia del sistema de control de iluminación;

35 La Figura 3 es un diagrama esquemático de una pasarela del sistema;

La Figura 4 es un diagrama esquemático de un dispositivo de procesamiento central para controlar el sistema de control de iluminación;

La Figura 5 ilustra los procedimientos asociados con un sistema de control de iluminación;

40 La Figura 6 ilustra un proceso de descubrimiento de los nodos del sistema de control de iluminación;

La Figura 7 ilustra un método para comenzar el proceso de puesta en servicio de acuerdo con la invención;

La Figura 8 muestra esquemáticamente algunos de los nodos entre los que se envían los mensajes para realizar el método ilustrado en la Figura 7;

La Figura 9 muestra una tabla que enumera las mediciones de alcance entre nodos en el sistema;

45 La Figura 10 muestra una tabla que enumera las distancias calculadas entre los nodos indicados en el plano de construcción;

La Figura 11 muestra un proceso para establecer nodos de referencia de acuerdo con la invención;

La Figura 12 ilustra una manera para establecer las coordenadas de un nodo en el sistema con respecto a un número de nodos de referencia;

50 La Figura 13 es un ejemplo de una interfaz de usuario gráfica para poner en servicio el sistema de control de iluminación.

Un plano de construcción 1 de un sistema de control de iluminación 2 se muestra en la Figura 1. El sistema incluye un número de dispositivos de pasarela 3a a 3c, conmutadores 4, 5a, 5b, 6a-6c, detectores de presencia 7a a 7d y luminarias 8a a 8f, 9a a 9f, 10, 11a y 11b, que están configurados para comunicar entre sí en una red inalámbrica. Las pasarelas 3a a 3c incluyen también funcionalidad para conectar la red inalámbrica a una red externa. El sistema puede ampliarse a través de un número de plantas pero únicamente se muestran los dispositivos localizados en una única planta en la Figura 1.

60 El plano de construcción muestra una oficina, que incluye un área abierta 12, un número de oficinas de personal, 13a a 13c, una sala de servidores 14, una cocina 15, un baño 16 y un recibidor 17 que incluye unas escaleras. Los dispositivos en el sistema son de un gran número de diferentes tipos, definidos por, por ejemplo, su funcionalidad, marca, modelo y número de puntos de extremo. Un punto de extremo es un componente de un dispositivo que necesita controlarse por separado de los otros componentes en el sistema, por ejemplo, un número de bombillas conectadas juntas, o un componente que controla otros puntos de extremo, por ejemplo un número de botones en un dispositivo conmutador. Los diferentes tipos de dispositivos en el sistema se indican con un número diferente, mientras que los dispositivos del mismo tipo se indican con una letra diferente del alfabeto.

Los conmutadores en el sistema 2 vienen en tres tipos diferentes, un conmutador 4 en una de las entradas a las plantas, que puede usarse para conectar y desconectar las luces localizadas en esa planta, dos conmutadores 5a y 5b en la cocina y en las escaleras respectivamente para controlar las luces en la cocina y en las escaleras y tres conmutadores reguladores 6a a 6c localizados en diversas localizaciones alrededor de la oficina. Las luminarias de diferentes tipos se proporcionan también incluyendo las luces de techo 8a a 8f para la cocina y el área abierta, las luces de techo 9a a 9f para los oficinas de personal y las escaleras, una lámpara especial para la sala de servidores 10 y dos luces de techo 11a y 11b en el baño.

Cada dispositivo del sistema comprende un transceptor inalámbrico para permitir al dispositivo actuar como un nodo en una red inalámbrica. El transceptor inalámbrico puede operar, por ejemplo, de acuerdo con el protocolo ZigBee™. De acuerdo con la norma ZigBee™, decenas de miles de dispositivos pueden conectarse inalámbricamente para formar una red. Sin embargo, puede ser deseable dividir los dispositivos en un número de redes separadas para operación más fácil. Típicamente, se usa una red separada para cada planta. Un dispositivo que opera de acuerdo con el protocolo ZigBee opera en las bandas de frecuencia de radio de 2,4 Ghz, 915 MHz y/o 868 MHz; soporta velocidades de transferencias de datos en bruto de 250 kilobits por segundo (kbps), 40 kbps y 20 kbps respectivamente y tiene un alcance de transmisión típicamente entre 10 y 75 metros. Sin embargo, para reducir los precios de los nodos el alcance de transmisión puede ser entre 2 y 5 metros. Existen tres tipos principales de dispositivo ZigBee, en concreto un controlador de red, un encaminador y un dispositivo de extremo. Puede haber miles de encaminadores y dispositivos de extremo en una red pero únicamente un controlador de red. Los encaminadores pueden encaminar mensajes desde un nodo a otro. Los dispositivos de extremo pueden responder únicamente al nodo que inició la conversación. Los dispositivos del sistema que no están conectados a la red eléctrica pueden proporcionarse como dispositivos de extremo puesto que los dispositivos de extremo requieren menos potencia y pueden funcionar con baterías. En el sistema de la Figura 1, al menos todas las pasarelas, 3a a 3c, tienen capacidad de encaminador, pero únicamente uno de los encaminadores puede actuar como un coordinador de red.

En una realización alternativa, la red puede dividirse en subredes más pequeñas en las que cada pasarela es un coordinador de una subred. Una de las pasarelas puede actuar entonces como el coordinador maestro.

Los transceptores inalámbricos permiten que los dispositivos del sistema comuniquen con un dispositivo de procesamiento central 18 mediante las pasarelas 3a a 3c. El dispositivo de procesamiento central puede ser un PC o un portátil localizado en la sala de servidores 14. El dispositivo de procesamiento central puede localizarse también fuera de sitio. El dispositivo de procesamiento central y las pasarelas están ambas conectadas una Red de Área Local (LAN), por ejemplo la Ethernet. Sin embargo, debería aclararse que el enlace entre el PC y las pasarelas puede ser también inalámbrico, por ejemplo como parte de una red WiFi, red Zig-Bee o cualquier otra red adecuada. En lo sucesivo la red a través de la que el PC y las pasarelas se comunican se describirá como una red Ethernet. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que esto es un ejemplo únicamente.

Con referencia a la Figura 2, un dispositivo del sistema, que podría ser un conmutador 4, 5a-5b, 6a-6c, un detector de presencia 7a-7d o una luminaria 8a-8f, 9a-9f, 10, 11-11b, comprende una memoria 19, un procesador 20, un reloj 21, un transceptor de corto alcance 22, que opera de acuerdo con el protocolo ZigBee, una fuente de alimentación 23 y una unidad de aplicación 24. La unidad de aplicación 24 determina si el dispositivo es una luminaria, un conmutador, de un detector de presencia. Determina también qué tipo, por ejemplo, el modelo, marca y el número de puntos de extremo, de la luminaria, conmutador o detector de presencia. Por ejemplo, si el aparato es una luminaria, la aplicación 24 proporciona una fuente de luz. Si el aparato es un conmutador, la unidad de aplicación proporciona la funcionalidad de conmutación y si el aparato es un detector de presencia, la unidad de aplicación 19 proporciona la funcionalidad de detección.

Las instrucciones y ajustes para operar en el sistema, tales como por ejemplo, los ID de las luminarias que un conmutador controla si el dispositivo es un conmutador, se almacenan en la memoria 19 del dispositivo. Sin embargo, es posible que la pasarela pueda almacenar la mayoría de las instrucciones y realizar la mayoría del procesamiento para un dispositivo si, por ejemplo, el dispositivo se somete a restricciones de potencia. El procesador puede ser un microprocesador. Sin embargo, podría usarse cualquier procesador adecuado. La fuente de alimentación es cualquiera de una batería o una conexión a la red eléctrica dependiendo del tipo y localización del dispositivo.

Con referencia a la Figura 3, una pasarela 3a-3b comprende también una memoria 25, un procesador 26, un reloj 27, una unidad transceptora de corto alcance 28 y una fuente de alimentación 29. Sin embargo, la memoria de la pasarela y la potencia de procesamiento del procesador es probable que sea mejor que la memoria y la potencia de procesamiento del dispositivo mostrado en la Figura 2, puesto que la pasarela tiene que manejar y procesar información para una pluralidad de nodos. La fuente de alimentación es típicamente una conexión a la red eléctrica. La pasarela comprende también una interfaz de red 30 para conectar a la Ethernet.

Haciendo referencia a la Figura 4, un dispositivo de procesamiento central en forma de un ordenador personal comprende un procesador 31 conectado a la memoria 32 tal como una Memoria de Acceso Aleatorio (RAM) y almacenamiento 33 tal como Memoria de Sólo Lectura (ROM). El procesador 31 conecta también a una interfaz de

almacenamiento extraíble 34, por ejemplo, una unidad de CD o una unidad de disco flexible. El procesador recibe instrucciones de usuario desde uno o más dispositivos de entrada de usuario 35, tal como un ratón o un teclado numérico, y comunica información a un usuario usando una pantalla 36. El procesador puede conectarse también a una interfaz de red 37 tal como un lector de tarjeta de Red Ethernet. El procesador, la memoria, el almacenamiento, la interfaz de almacenamiento extraíble, los dispositivos de entrada de usuario, pantalla e interfaz de red comunican todos entre sí usando un bus 38.

Dependiendo del tipo de sala en la que está instalado un dispositivo, la hora del día y la estación, puede requerirse diferente funcionalidad del dispositivo. Por ejemplo, en el momento de la instalación, las lámparas del techo en la cocina 8e, 8f pueden configurarse para encenderse en respuesta a que el detector de presencia 7a detecta personas en el área abierta 12 de la oficina. Sin embargo, en una fecha posterior las lámparas del techo pueden reconfigurarse para controlarse únicamente mediante el conmutador 5a en la cocina 15. Además, de 8 am a 6 pm en días laborables las luces en el recibidor pueden estar constantemente encendidas pero después de la 6 pm pueden configurarse para encenderse únicamente cuando el conmutador 5b está operado y entonces únicamente durante un periodo de diez minutos antes de que se desconecten de nuevo.

La funcionalidad puede especificarse usando el programa informático que se ejecuta en el ordenador 18 en la sala de servidores 14. Como alternativa, la funcionalidad puede especificarse en otra localización y transferirse al ordenador usando la interfaz de almacenamiento extraíble 34 o la interfaz de red 37 del ordenador 18. El programa puede ejecutar también algoritmos para derivar automáticamente las agrupaciones del sistema, por ejemplo, qué luminarias se controlan mediante un conmutador particular. Las instrucciones para implementar la funcionalidad se envían desde el ordenador 18 a los dispositivos en la red mediante la Ethernet y las pasarelas 3a-3c.

Con referencia a la figura 5, los procesos asociados con el sistema de control de iluminación incluyen diseñar el sistema 5.1, instalar el sistema 5.2, poner en servicio el sistema 5.3, operar el sistema 5.4 y modificar el sistema 5.5. Después de que se ha modificado el sistema, el sistema puede operarse de nuevo 5.4 según se haya modificado.

Típicamente, se usa un único conjunto de software para todos los procesos de la Figura 5. El programa típicamente proporciona también una interfaz de usuario gráfica para permitir al usuario interactuar más fácilmente y de manera intuitiva con los dispositivos y los datos almacenados en el sistema. El software puede basarse en software convencional tal como AutoCAD™ o LonMaker™. El diseño del sistema puede incluir importar un dibujo arquitectónico de la construcción en la interfaz de usuario gráfica y definir la localización de los dispositivos con respecto al dibujo arquitectónico. Puede establecerse a continuación un sistema de coordenadas con respecto a los dibujos y las coordenadas de cada dispositivo pueden calcularse. La funcionalidad puede definirse manualmente para cada dispositivo usando la interfaz de usuario gráfica y/o definirse automáticamente usando algoritmos que forman parte del conjunto de software. Por ejemplo, el algoritmo puede identificar las luminarias localizadas más cerca de un conmutador particular o detector de presencia y establecer enlaces entre las luminarias y el conmutador/detector de presencia. Instalar el sistema incluye un ingeniero que instale los dispositivos de acuerdo con el plano de construcción. Después de que se han instalado los dispositivos, el sistema puede ponerse en servicio. El proceso de puesta en servicio se describirá en más detalle a continuación con respecto a las Figuras 6 a 11. Cuando el proceso de puesta en servicio está completo, el sistema puede operarse. Las instrucciones y ajustes se almacenan en las pasarelas y la red inalámbrica puede operar independientemente de los datos y programas almacenados en el ordenador. Sin embargo, el conjunto de software se usa para modificar la funcionalidad del sistema operativo, si se requiere en una fecha posterior. Por ejemplo, algunos de los dispositivos pueden moverse y de esta manera pueden requerirse nuevas instrucciones para proporcionar la funcionalidad requerida en la nueva localización. Además, el sistema puede actualizarse también para proporcionar nueva funcionalidad. Después de que se han realizado las modificaciones, se envían las nuevas instrucciones a la red y la red puede continuar operando según se haya modificado.

El proceso de puesta en servicio el sistema se describirá ahora con referencia a la Figuras 6 a 11. El proceso de puesta en servicio típicamente empieza después de que se hayan instalado todos los dispositivos. Un ingeniero localizado en el sitio o fuera del sitio empieza el proceso de puesta en servicio. Se prefiere que el ingeniero esté localizado en el sitio para resolver manualmente cualquier problema que pudiera tener lugar. Sin embargo, es posible también que el ingeniero pueda poner en servicio el sistema remotamente mediante conexión a través de, por ejemplo, una LAN o internet a un ordenador 18 en el sitio. Un programa para poner en servicio y controlar el sistema de iluminación se usa por el ingeniero para poner en servicio el sistema. En lo sucesivo, el programa junto con cualquier registro y ajustes se describirá para cargarse en el ordenador 18 en el sitio. Sin embargo, debería entenderse que el programa podría ejecutarse también en un ordenador remoto conectado al ordenador 18 en el sitio, o posiblemente mediante un nodo de red supervisor tal como un dispositivo de pasarela.

Haciendo referencia a la Figura 6, los nodos se alimentan en la etapa 6.1. Esto normalmente se realiza conectando la alimentación al sistema, que puede hacerse manualmente o usando la interfaz de usuario gráfica del programa informático para controlar el sistema. En el arranque, todos los nodos se dirigen a un canal de control y se inicia un proceso de descubrimiento. En la etapa 6.2, cada nodo envía un mensaje para "anunciar" su presencia. El mensaje contiene el tipo, incluyendo por ejemplo la funcionalidad y número de puntos de extremo, y el ID del nodo desde el que se origina el mensaje. El mensaje incluye también una solicitud para que los otros nodos se identifiquen a sí

- 5 mismos. Cada nodo responde en la etapa 6.3 después de un periodo de tiempo seleccionado aleatoriamente con su identidad, funcionalidad y número de puntos de extremo. Cada nodo a continuación crea una tabla de enlace de todos los nodos disponibles y el tipo de estos nodos en la etapa 6.4. Es bastante probable que un nodo particular no pueden estar fuera de alcance. Sin embargo, todos los nodos reenvían datos acerca de sus nodos vecinos y puede determinarse la ruta óptima para poner en contacto un nodo específico usando estos datos. Después de que se han compilado las tablas de enlace, los nodos típicamente continúan enviando nuevos mensajes de descubrimiento a intervalos regulares en caso de que aparezcan nuevos nodos.
- 10 Haciendo referencia ahora a la Figura 7 y 8, después del proceso de descubrimiento, que normalmente únicamente toma un número de segundos, el ingeniero de puesta en servicio introduce una instrucción en la etapa 7.1 en el sistema para iniciar el proceso de coincidencia de las señales desde los dispositivos físicos a los dispositivos almacenados en la base de datos. La instrucción activa el ordenador que ejecuta el programa informático para enviar una solicitud a una de las pasarelas, 3a, 3b o 3c, del sistema como se muestra en la Figura 8 para obtener una descripción de la red. La pasarela responde con los ID, funcionalidad y número de puntos de extremo de cada nodo en la red en la etapa 7.2. El programa a continuación compara el número y tipos de dispositivos con el número y tipos indicados mediante el plano de construcción en la etapa 7.3. Si todos los dispositivos no se tienen en cuenta, puede emitirse un mensaje de error al ingeniero.
- 15 Si todos los dispositivos se tienen en cuenta a continuación el programa compila una lista de nodos como se informa mediante la red que incluye el ID y el tipo de los nodos. Por ejemplo, la lista puede estar en el orden de ID ascendente. En la etapa 7.4, el programa selecciona un primer nodo en la lista de nodos y transmite una solicitud para mediciones de alcance para ese nodo. La solicitud se recibe mediante la pasarela y se reenvía al nodo referido en la etapa 7.6 como se muestra esquemáticamente en la Figura 8. El nodo realiza mediciones de alcance con todos los otros nodos del sistema localizados en su intervalo de transmisión en la etapa 7.6 en respuesta a recibir la solicitud. En todas las redes excepto las muy grandes, un nodo puede estar dentro del alcance de transmisión de todos los otros nodos en la red. Por consiguiente, pueden obtenerse las mediciones de alcance entre el nodo y todos los otros nodos en la red.
- 20 Las mediciones de alcance pueden realizarse de un número de maneras y no se describirán en detalle en el presente documento. Una manera común incluye medir el tiempo de transmisión de una señal desde un primer nodo y el tiempo de llegada de la señal en un segundo nodo. La distancia entre los nodos puede a continuación calcularse multiplicando el tiempo entre el tiempo de llegada y el tiempo de transmisión por la velocidad de la luz. La medición puede mejorarse y corregirse para cualquier retardo de tiempo entre los relojes 21, 27 de los dos nodos midiendo también el tiempo que tarda para una segunda señal transmitida desde el segundo nodo al primer nodo y promediando las dos mediciones. Cualquier retardo de tiempo entre los relojes se cancelará. Otra manera conocida para obtener mediciones de alcance en sistemas inalámbricos incluye medir la potencia de una señal cuando se recibe. La atenuación de la potencia de la señal está relacionada con la distancia que ha recorrido la señal.
- 25 Los nodos calculan el alcance a cada uno de sus vecinos usando cualquier método bien conocido en la etapa 7.7 y transmiten las mediciones de alcance a la pasarela en la etapa 7.8 como se muestra en la Figura 8. Si un nodo tiene capacidad de procesamiento reducida puede transmitir los datos medidos a la pasarela y la pasarela calculará las distancias entre los nodos y sus vecinos.
- 30 En la etapa 7.9, se transmite una señal que indica las distancias entre el nodo seleccionado y sus vecinos más cercanos al ordenador 18. Cuando el ordenador recibe la medición de alcance crea una tabla en la que la primera columna y la primera fila de la tabla incluyen las listas de los ID y tipos de los nodos en la red. La tabla de alcance se actualiza a continuación en la etapa 7.10 con las mediciones de alcance, es decir la medición de alcance entre un primer nodo y un segundo nodo se proporciona en la intersección de la fila que incluye el ID del primer nodo y la columna que incluye el ID del segundo nodo. Un ejemplo de parte de una tabla de este tipo se muestra esquemáticamente en la Figura 9 y se describirá en más detalle a continuación.
- 35 El ordenador posteriormente compara el número del nodo seleccionado con el número total de nodos en la lista determinada en la etapa 7.3. Si el número del nodo es menor que el número total de nodos, el proceso continúa en la etapa 7.12 y n se incrementa en 1. Las etapas 7.5 a 7.10 se repiten a continuación para el siguiente nodo hasta que se hayan obtenido y almacenado las mediciones de alcance para todos los nodos en la tabla de la Figura 9. La Figura 8 únicamente muestra las mediciones de alcance realizadas por un nodo, es decir las mediciones de alcance realizadas como resultado de una única iteración a través del bucle definido mediante las etapas 7.5 a 7.12 de la Figura 7. Cada vez que el sistema repite el bucle, se calculan las mediciones de alcance entre un nuevo nodo y todos sus vecinos.
- 40 Puesto que todos los nodos realizan mediciones de alcance, la distancia entre dos nodos se determina dos veces, tanto en una solicitud para el primer nodo y en una solicitud para el segundo nodo. Esto asegura que todas las mediciones puedan comprobarse y puedan detectarse errores. Por ejemplo, se contempla que si las dos mediciones no coinciden, las mediciones se repitan.
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65

5 Cuando se determina en la etapa 7.11 que se han obtenido las mediciones de alcance para todos los nodos, el proceso continúa en la etapa 7.13 y el programa crea una tabla que corresponde a la tabla de la Figura 9 pero que comprenden valores para las distancias entre los nodos calculadas desde el plano de construcción en lugar de basándose en las mediciones de alcance en el sistema inalámbrico. Un ejemplo de parte de una tabla de este tipo se muestra en la Figura 10. Los nodos se ordenan en dependencia de su tipo. Las dos tablas se comparan a continuación en la etapa 7.14 para coincidir los ID de los dispositivos en la primera tabla con los dispositivos indicados en el plano de construcción e incluidos en la segunda tabla. La comparación típicamente incluye dos procesos principales. En primer lugar, se establece un número inicial de nodos de referencia. En segundo lugar, se obtienen las coordenadas de todos los nodos restantes con respecto a las coordenadas de nodos ya coincidos. Es posible que en algunos sistemas, el método usado para establecer el número inicial de nodos de referencia pueda usarse para coincidir todos los nodos en el sistema. En ese caso, el segundo proceso principal nunca se realiza.

15 Las tablas de la Figura 9 y 10 se describirán ahora en más detalle. Como se ha descrito anteriormente, la tabla de la Figura 9 comprende una primera columna que enumera los ID y los tipos de los dispositivos del sistema y una primera fila que enumera también los ID y los tipos de los dispositivos del sistema. El resto de la tabla a continuación enumera las distancias entre respectivos dispositivos del sistema como se indica mediante las mediciones de alcance. El orden los nodos que se enumeran en la tabla puede depender de cómo se reciban los datos para cada nodo en el ordenador 18. Por ejemplo, es probable que se enumeren en orden de ID ascendente. El tipo de los dispositivos se incluye también. En la Figura 9 el tipo se indica con el número de referencia usado en la Figura 1, es decir 3 indica una pasarela, 4, 5, 6 indican diferentes tipos de conmutadores, 7 indica un detector de presencia y 8, 9, 10 y 11 indican diferentes tipos de luminarias.

25 La tabla de la Figura 10 comprende una primera columna que enumera los números de referencia de los nodos indicados en el plano de construcción almacenado en el sistema y una primera fila que enumera también los números de cada nodo en el plano. El resto de la tabla enumera entonces las distancias entre los respectivos dispositivos en el sistema según se calculan desde el plano de construcción. Los nodos se enumeran en el orden de los números de referencia del plano de construcción, es decir en primer lugar se enumeran las pasarelas, a continuación todos los conmutadores, a continuación los detectores de presencia y finalmente todas las luminarias.

30 Las tablas de la Figuras 9 y 10 no incluyen alcances medidos o calculados entre todos los nodos. Si dos nodos están fuera de alcance de transmisión, se muestra una X en la tabla en lugar de la distancia entre los dos dispositivos. En otras realizaciones, se usan algoritmos para calcular la distancia entre dos dispositivos no en comunicación directa entre sí y las distancias entre los dispositivos se almacenan también en la tabla.

35 De acuerdo con la invención, el método para coincidir los nodos en la tabla de la Figura 9 con los nodos en la tabla de la Figura 10 comprende establecer los nodos de referencia en el sistema. A medida que se establecen las posiciones de dispositivos desconocidos, estos dispositivos pueden usarse a continuación como puntos de referencia para encontrar la posición de dispositivos adicionales.

40 El proceso para establecer los nodos de referencia iniciales incluye identificar nodos que tienen características únicas. Por ejemplo, si el sistema incluye un único nodo de un tipo específico, entonces ese nodo puede identificarse fácilmente en ambas de las tablas de la Figura 9 y 10 y los nodos pueden coincidirse. Con referencia a la Figura 11, el algoritmo para establecer nodos de referencia en el sistema se resetea en la etapa 11.1, es decir el número de nodos de referencia se establece a cero. En la etapa 11.2, el software para poner en servicio el sistema analiza el plano de construcción e identifica un nodo de un tipo único en el sistema, por ejemplo el conmutador 4 localizado en la entrada a la planta. El sistema a continuación analiza la información almacenada en la tabla de la Figura 9 en la etapa 11.3 e identifica un nodo del mismo tipo como el nodo 4 en el plano de construcción. La información en la tabla de la Figura 9 incluye también el ID único para ese nodo particular, es decir 106. El sistema copia el ID desde la tabla de la Figura 9 en la etapa 11.4 y almacena el ID en el registro para el nodo 4 en el programa en la etapa 11.5. En consecuencia, se ha establecido ahora un primer nodo de referencia y n se incrementa en 1 en la etapa 11.6.

55 En la etapa 11.7, el sistema comprueba si n es menor que el número total de nodos N en el sistema. Si n es igual a o mayor que los N todos los nodos en el sistema se han coincido y el sistema continúa a la etapa 11.8 donde el proceso para coincidir los nodos finaliza. A la inversa, si n es menor que N, el sistema vuelve a la etapa 11.2 y se lleva a cabo una comprobación para determinar si hay algún nodo adicional de tipos únicos en el sistema.

60 Si en la etapa 11.2 se determina que hay más nodos en el sistema con tipos únicos, las etapas 11.3 a 11.7 se repiten hasta que se encuentren todos los nodos con tipos únicos y los ID de los nodos se almacenan en los correspondientes registros para los nodos. En el sistema de la Figura 1, existe otro nodo además del nodo 4 de un tipo único, en concreto el nodo 10. El nodo 10 es la única luminaria de ese tipo. A partir de la tabla de la Figura 9, es evidente que el ID del nodo del tipo 10 es 109. Este ID se almacena por lo tanto en el registro para la lámpara 10 en el sistema en la etapa 11.5.

65 Si en la etapa 11.2, se determina que no hay más dispositivos de un tipo único en el sistema, el sistema continúa a la etapa 11.9. El sistema ahora determina si hay cualesquiera dos dispositivos en el sistema en una relación que sea única. Por ejemplo, el detector de presencia 7c es el detector de presencia en la red que está localizado más cerca

de una pasarela, en concreto la pasarela 3c. En más detalle, las distancias calculadas entre los dispositivos en la tabla de la Figura 10 indican que el primer detector de presencia 7a está 5,20 m lejos de una pasarela 3a, el segundo detector de presencia 7b está 5,73 m lejos de una primera pasarela 3a y 6,50 m lejos de una segunda pasarela 3b, el tercer detector de presencia 7c está 0,10 m lejos de una pasarela 3c y el cuarto detector de presencia está 2,50 m lejos de una pasarela 3b. Incluso si hubiera errores en las mediciones de alcance, debería ser fácil diferenciar entre un detector de presencia que está 0,1 m de una pasarela y los detectores de presencia que están 2,5 m o más lejos de una pasarela. En consecuencia, los nodos 7c y 3c deberían identificarse fácilmente desde la información en la tabla de la Figura 9. Por lo tanto, el detector de presencia 7c y la pasarela 3c se identifican en la etapa 11.10.

En la etapa 11.11, las mediciones de alcance y los tipos de los dispositivos enumerados en la Figura 9 se analizan para encontrar el detector de presencia 7c y la pasarela 3c. Debe tenerse en cuenta en la etapa 11.10 que el detector de presencia con el ID 108 está 0,10 m lejos de la pasarela con el ID 111. En consecuencia, el sistema deduce que el nodo con el ID 108 debe corresponder al detector de presencia 7c y el nodo con el ID 111 debe corresponder a la pasarela 3c. Los números de ID 108 y 111 se almacenan por lo tanto en los registros del detector de presencia 7c y la pasarela 3c respectivamente en la etapa 11.12. El número de nodos de referencia encontrados se incrementa a continuación en 2 en la etapa 11.13.

En la etapa 11.14, se comprueba si el número de nodos de referencia ya establecidos es menor que el número total de nodos en el sistema. Si el número de nodos de referencia establecido es menor de N, el proceso vuelve a la etapa 11.8. Si el número de nodos de referencia establecido es igual o mayor de N, el proceso finaliza en la etapa 11.8.

En la etapa 11.9, se determina si hay otros pares de dispositivos con relaciones únicas. Si el sistema no puede encontrar ningún dispositivo más con estas características, el proceso continúa a la etapa 11.15 y se determina si existe algún dispositivo con relaciones de alcance único con nodos de referencia. El plano de construcción de la Figura 1 indica que uno de los detectores de presencia, en concreto 7d, está sustancialmente más cerca del nodo de referencia 10 que los otros detectores de presencia 7a-7c. En consecuencia, se establece en la etapa 11.15 que hay dispositivos en el sistema con relaciones de distancia únicas a los nodos de referencia y el nodo 7d se identifica en la etapa 11.16. La información en la tabla de la Figura 9 indica que hay cuatro detectores de presencia en el sistema, 103, 107, 108 y 113. Además las mediciones de alcance en la Figura 9 muestran que dos de los nodos, los nodos 103 y 108, están fuera del alcance de transmisión del nodo 10. Además, el nodo 108 ya se ha establecido como que corresponde al nodo 7c. En consecuencia, ni el nodo 103, ni el nodo 108 pueden corresponder al nodo 7d. Uno de los nodos restantes, el nodo con el ID 107, está 7,8 m lejos del nodo 10, mientras que el otro nodo restante, el nodo con el ID 113, está únicamente 1,2 metros lejos del nodo 10. En consecuencia, incluso si hubiera errores grandes en las mediciones de alcance, es razonable suponer que el nodo con el ID 113 corresponde al nodo 7d. El sistema por lo tanto deduce que el nodo 7d debe corresponder al nodo con el ID 113 en la etapa 11.17 y almacena el ID en el registro para el nodo 7d en la etapa 11.18. En la etapa 11.19 n se incrementa en 1 puesto que se ha establecido ahora un nodo de referencia adicional, el nodo 7d.

En la etapa 11.20, si no se han coincidido aún todos los nodos, la etapa 11.15 se repite. De otra manera, el método finaliza en la etapa 11.8. Todos los nodos del sistema de la Figura 1 no se han coincidido. Por consiguiente, el sistema vuelve a la etapa 11.15. En la etapa 11.15, se establece que hay dispositivos adicionales en el sistema con relaciones de alcance únicas a nodos de referencia y las etapas 11.16 a 11.19 por lo tanto se repiten. Como resultado, al menos un conmutador regulador 6b, la pasarela 3b y la pasarela 3a se establecen como nodos de referencia. El conmutador regulador 6b y la pasarela 3b son el conmutador regulador y la pasarela más cercanos al nodo de referencia 10. Además, la pasarela 3a puede identificarse puesto que es la pasarela que está mucho más cerca del nodo de referencia 4 que cualquiera de las otras pasarelas.

La siguiente vez que el sistema llega a la etapa 11.15, puede darse cuenta de que no hay más dispositivos en relaciones únicas con alguno de los nodos de referencia. El sistema a continuación continúa a la etapa 11.21 y el proceso para establecer las coordenadas del resto de los nodos con respecto a los nodos de referencia se inicia a continuación. Los nodos restantes pueden no estar en una relación evidente e inequívocamente única a un nodo de referencia específico. Sin embargo, comparando las mediciones de alcance real a las mediciones de alcance calculadas entre un nodo y un número de nodos de referencia establecidos, el nodo a coincidir. El sistema ha establecido 8 nodos de referencia, en concreto los nodos con los ID n.º 106 (4), 109 (10), 108 (7c), 111(3c), 113(7d), 115(6b), 114(3b) y 105 (3a). Usando estos nodos de referencia, las coordenadas del resto de los nodos en el sistema pueden a continuación establecerse. Tan pronto como se encuentran las coordenadas de un nuevo nodo, pueden usarse como un nodo de referencia para coincidir los dispositivos restantes.

El método para establecer coordenadas de un nodo con referencia a nodos con coordenadas conocidas es conocido en la técnica y no se describirá en detalle en el presente documento. Típicamente, para cada nodo, se requieren las mediciones de alcance para al menos cuatro nodos de referencia. El sistema calcula una esfera alrededor de cada uno de los cuatro nodos, la superficie en la que puede localizarse el nodo. Las coordenadas de los nodos se encuentran donde las esferas intersectan. Si todos los nodos están a la altura del techo, únicamente se requieren tres mediciones de alcance. Además, en algunas circunstancias únicamente son necesarias dos mediciones de

- alcanse. Por ejemplo, con referencia a la Figura 12, las mediciones de alcance entre el nodo 4 (ID 106) y el nodo con el ID 101 muestran que el nodo con el ID 101 pueden estar en cualquier lugar en la esfera 39 alrededor del nodo 4. Además, las mediciones de alcance entre el nodo 3a (ID 105) y el nodo con el ID 101 muestran que el nodo con el ID 101 debe estar en algún lugar en la superficie de la esfera 40 alrededor del nodo 3a. Las esferas 39 y 40 intersectan en un círculo 41, sin embargo únicamente una lámpara está localizada en este círculo, en concreto la luminaria indicada como 8a en el plano de construcción. En consecuencia, el nodo con el ID 101 debe corresponder al nodo 8a. Además, las coordenadas calculadas del nodo 8a son conocidas y en consecuencia, estas deben ser las coordenadas del nodo 101.
- 5
- 10 Haciendo referencia ahora a la Figura 13, un ejemplo de una interfaz de usuario gráfica para poner en servicio, actualizar y operar el sistema de control de iluminación puede comprender un número de menús y botones 42, una vista principal 43 para mostrar el plano de construcción, y una vista más pequeña 44 que enumera los procesos actuales que se están ejecutando mediante el sistema. El plano de construcción 1 se muestra en la vista principal 43 y un contorno sombreado de un círculo se muestra alrededor de cada nodo que se ha coincidido en el plano de construcción. La interfaz de usuario gráfica puede proporcionar un círculo alrededor de cada dispositivo como que se ha identificado y cuándo se identifica. En consecuencia, el usuario puede comprobar el progreso de las etapas de puesta en servicio. Haciendo clic en un nodo en el sistema activa adicionalmente un menú 45 para abrir que proporciona al usuario con opciones para cortar, copiar, configurar y cambiar los ajustes para el dispositivo.
- 15
- 20 Una de las opciones de menú en el menú superior incluye un menú para poner en servicio el sistema. Haciendo clic en el menú puede revelar un submenú (no mostrado) para iniciar y ejecutar el proceso separado del proceso de puesta en servicio. Como alternativa, o adicionalmente, todos los procesos pueden activarse en secuencia como resultado de seleccionar una de las opciones en el submenú. El proceso actual que se está realizando se muestra en la ventana inferior 44.
- 25
- 30 Debería apreciarse por el experto que aunque la invención se ha descrito con respecto a un sistema de control de iluminación que comprende dispositivos que operan de acuerdo con la norma ZigBee, la invención puede implementarse en cualquier red inalámbrica que comprende dispositivos para coincidirse con información asociada con dispositivos correspondientes en un plano de construcción de tales dispositivos almacenados en un sistema informático y que los dispositivos pueden operar de acuerdo con cualquier protocolo inalámbrico adecuado.

## REIVINDICACIONES

1. Un método implementado por ordenador para poner en servicio una pluralidad de dispositivos en una red inalámbrica (2), comprendiendo el método:
- 5 identificar en un plano (1) almacenado en una memoria (32) e indicativo de la pluralidad de dispositivos un primer dispositivo (3a-3c, 4, 5a-5b, 6a-6c, 7a-7d, 8a-8f, 9a- 9f, 10, 11b, 11b) que tiene características únicas en comparación con los otros dispositivos en el plano;
- 10 recibir mensajes de identificación desde la pluralidad de dispositivos en la red inalámbrica, comprendiendo cada uno de los mensajes de identificación un identificador único y características del respectivo dispositivo de la pluralidad de dispositivos en la red; identificar el dispositivo desde la pluralidad de dispositivos que tiene las características únicas y asignar el identificador único correspondiente al primer dispositivo en el plano;
- 15 identificar dos o más segundos dispositivos con idénticas características al primer dispositivo en el plano y determinar una distancia relativa respectiva de cada segundo dispositivo en el plano al primer dispositivo en el plano; en el que los mensajes de identificación comprenden adicionalmente información de distancia que indica la distancia relativa a unos respectivos de al menos una parte de la pluralidad de dispositivos; y el método comprende adicionalmente determinar una distancia relativa para cada uno del segundo dispositivo asociado con un dispositivo correspondiente indicado en el plano basándose en una comparación desde el plano de la distancia relativa determinada y la información de distancia proporcionada en el respectivo mensaje de identificación.
- 20 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el plano comprende un registro para cada dispositivo que indica las coordenadas de ese dispositivo en un sistema de coordenadas.
- 25 3. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones, en el que las características únicas comprenden un tipo único del dispositivo.
- 30 4. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la información de distancia se ha obtenido analizando señales enviadas desde cada uno de la pluralidad de dispositivos a sus dispositivos vecinos y/o señales enviadas desde los dispositivos respectivos vecinos al dispositivo respectivo.
5. Un método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que dicho tipo único incluye al menos uno de la marca, modelo y número de puntos de extremo del dispositivo.
- 35 6. Un programa informático que comprende instrucciones ejecutables por ordenador que cuando se ejecutan mediante un procesador (31) provocan que el procesador realice el método de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
- 40 7. Un programa informático de acuerdo con la reivindicación 6 que comprende instrucciones para proporcionar una interfaz de usuario gráfica que incluye una indicación gráfica de los dispositivos que se han asignado a un dispositivo correspondiente en el plano.
8. Aparato (18) que comprende:
- 45 medios para conectar a una red inalámbrica (2);  
una memoria (32) para almacenar información que corresponde a un plano (1) de dispositivos en dicha red inalámbrica;
- 50 medios para identificar en el plano (1) indicativo de la pluralidad de dispositivos un primer dispositivo (3a-3c, 4, 5a-5b, 6a-6c, 7a-7d, 8a-8f 9a-9f, 10, 11b, 11b) que tiene características únicas en comparación con los otros dispositivos en el plano; medios para recibir mensajes de identificación desde la pluralidad de dispositivos en la red inalámbrica, comprendiendo cada uno de los mensajes de identificación un identificador único y características del respectivo dispositivo de la pluralidad de dispositivos en la red; y
- 55 medios para identificar el dispositivo desde la pluralidad de dispositivos que tienen las características únicas y asignar el identificador único correspondiente al primer dispositivo en el plano; y
- medios para identificar dos o más segundos dispositivos con idénticas características en el plano y para determinar una distancia relativa respectiva de cada segundo dispositivo en el plano al primer dispositivo en el plano;
- 60 en el que los mensajes de identificación comprenden adicionalmente información de distancia que indica la distancia relativa a unos respectivos de al menos una parte de la pluralidad de dispositivos; y el aparato comprende adicionalmente medios para determinar una distancia relativa para cada uno del segundo dispositivo asociado con un dispositivo correspondiente indicado en el plano basándose en una comparación desde el plano de la distancia relativa determinada y la información de distancia proporcionadas en el respectivo mensaje de identificación.
- 65 9. Aparato (18) de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el sistema inalámbrico comprende uno o más de lo siguiente:

un sistema de iluminación y  
una red domótica.

5 10. Aparato (18) de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende un ordenador personal.

11. Un sistema que comprende:

10 un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, y una pluralidad de dispositivos conectados en una red inalámbrica, comprendiendo la pluralidad de dispositivos al menos una pasarela (3a-3c) que opera para comunicar con dicho aparato.

12. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en el que dicha al menos una pasarela (3a-3c) opera para comunicar con dicho aparato (18) a través de un enlace de LAN.

15 13. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en el que dicha pluralidad de dispositivos comprende una pluralidad de dispositivos ZigBee.

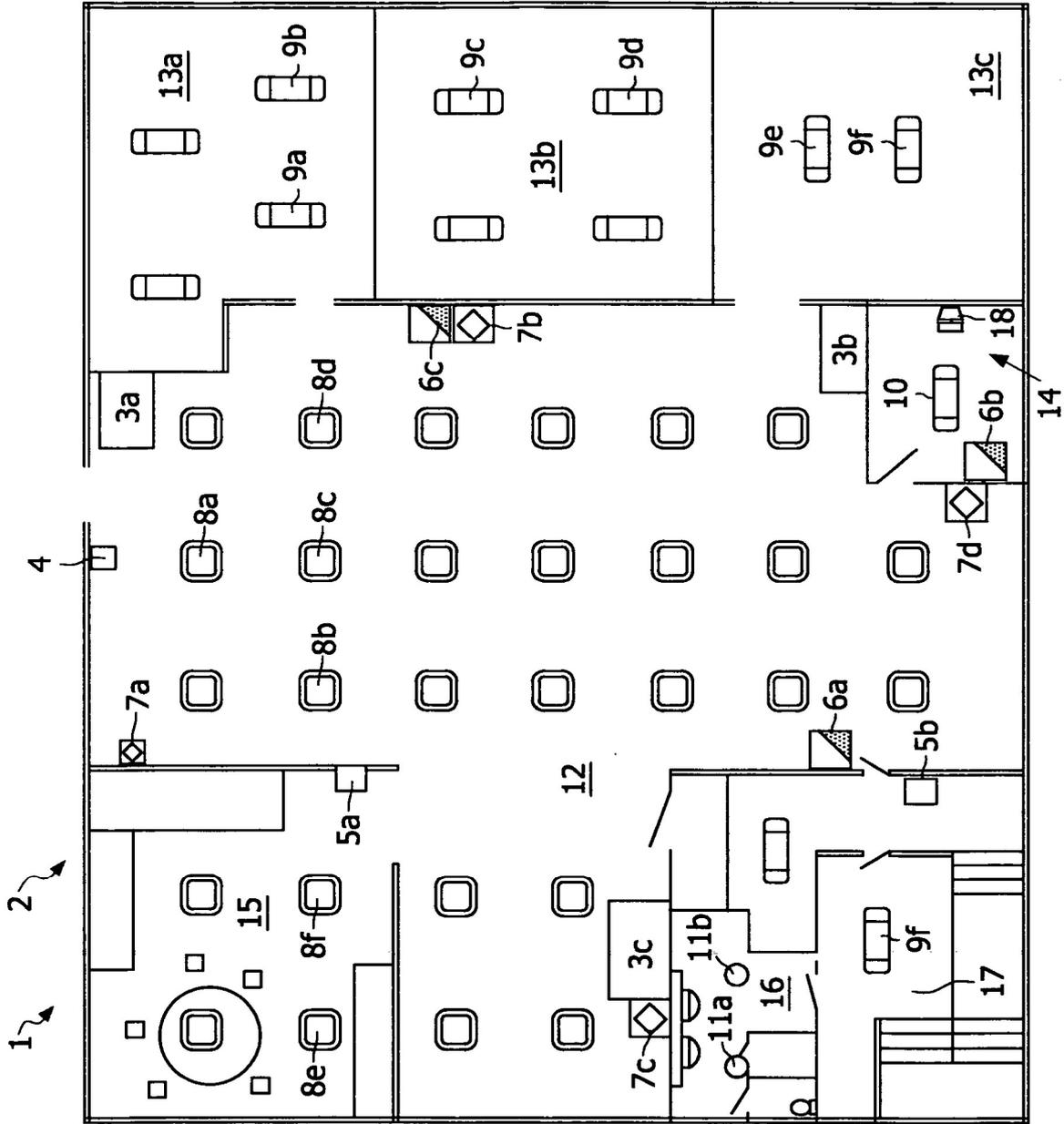


FIG. 1

4, 5a-5b, 6a-6c, 7a-7d, 8a-8f, 9a-9f, 10, 11a-11b

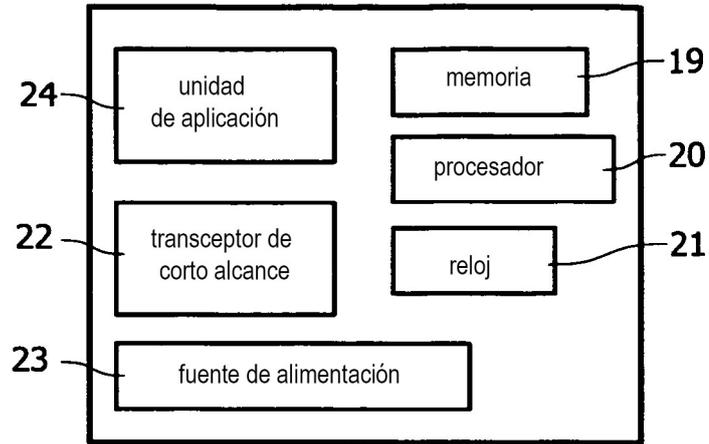


FIG. 2

3a-3c

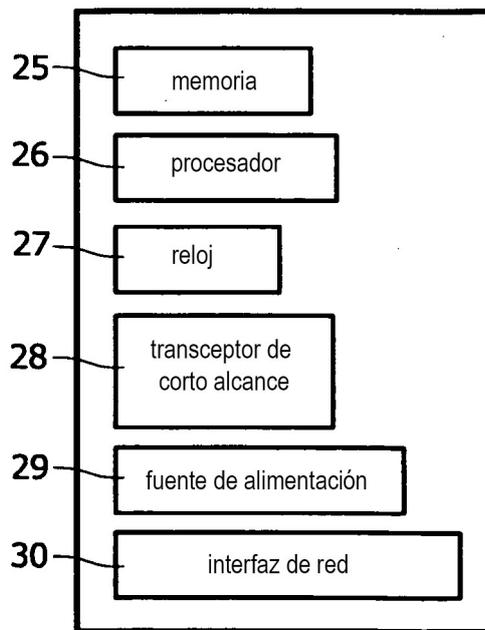


FIG. 3

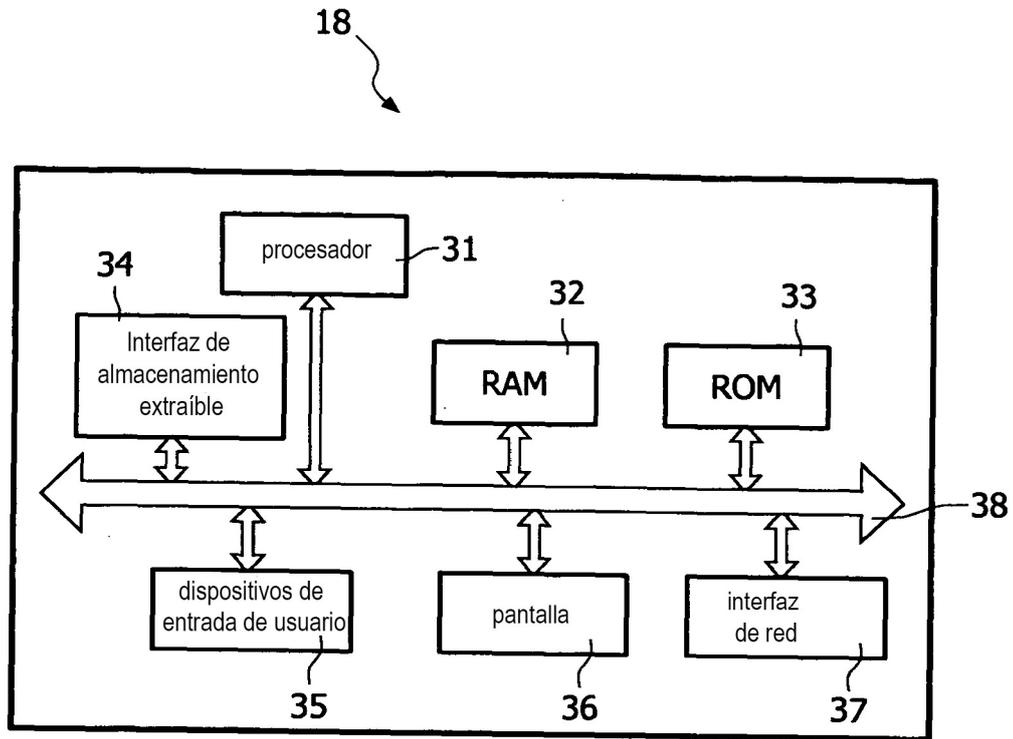
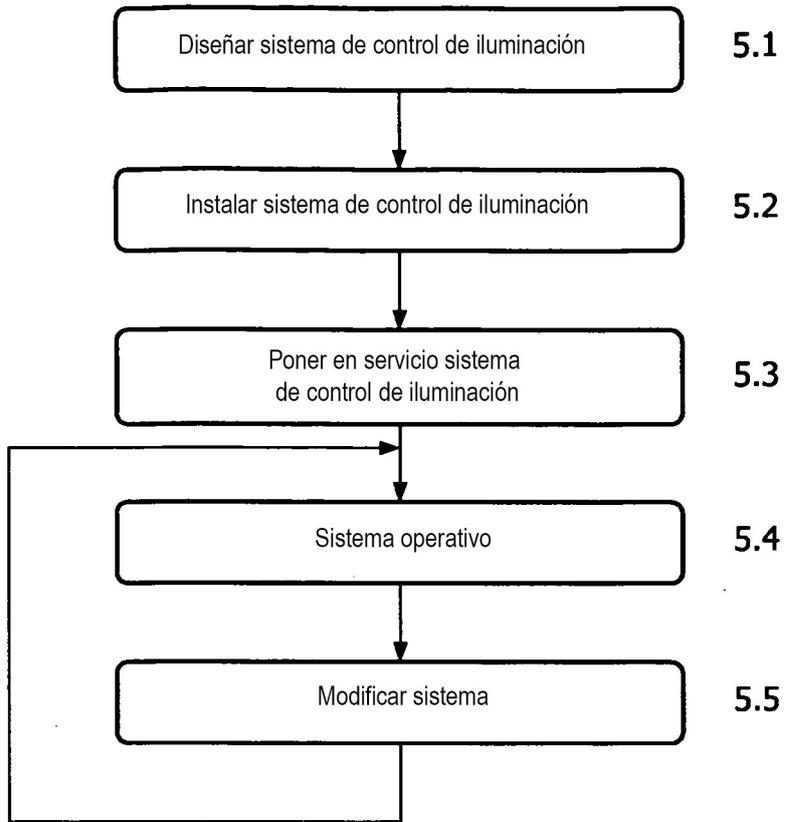
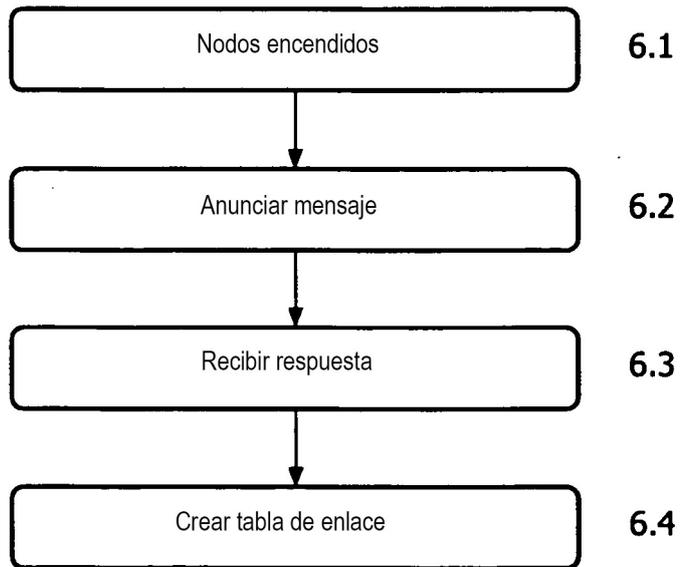


FIG. 4



**FIG. 5**



**FIG. 6**

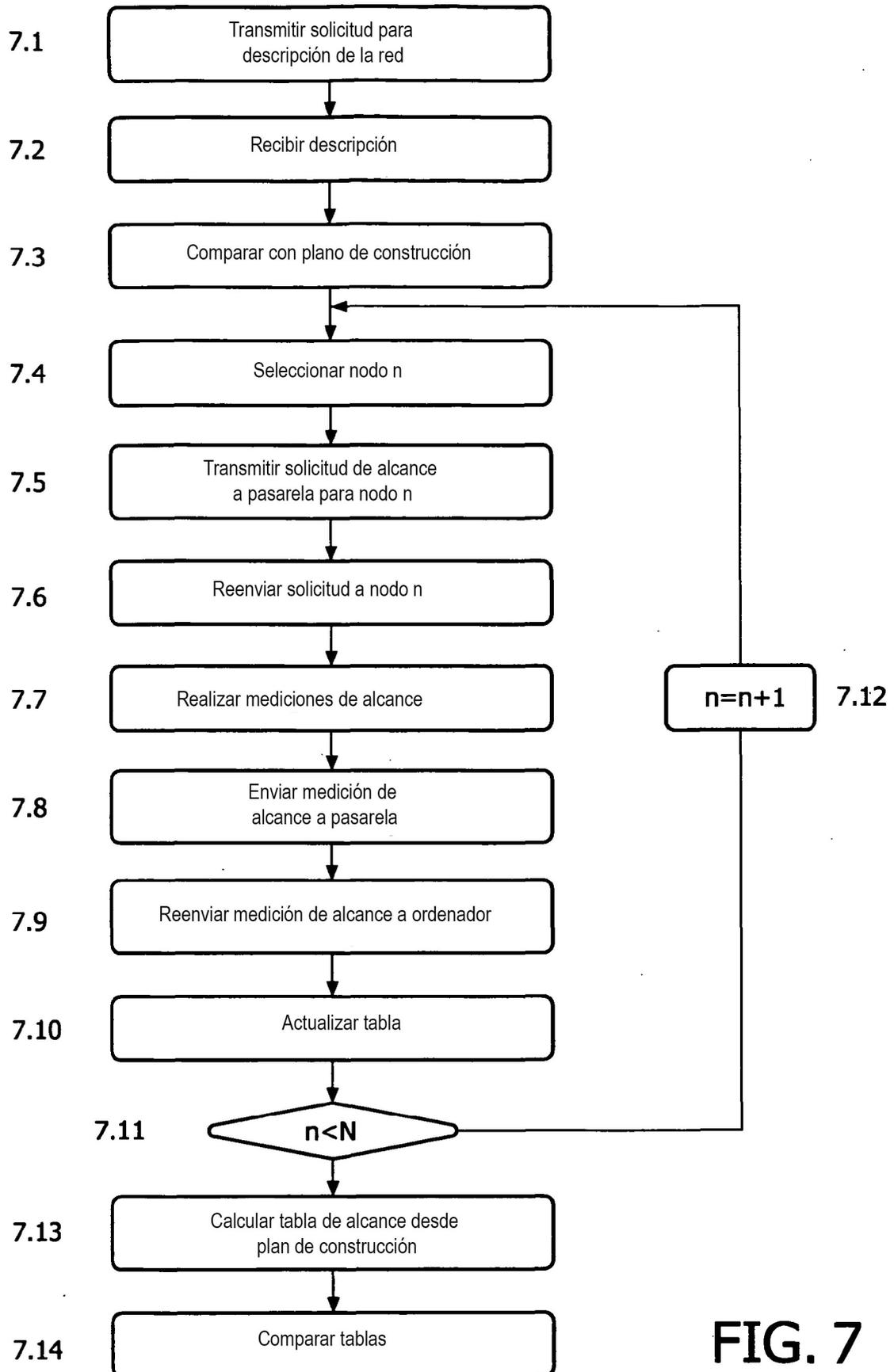


FIG. 7

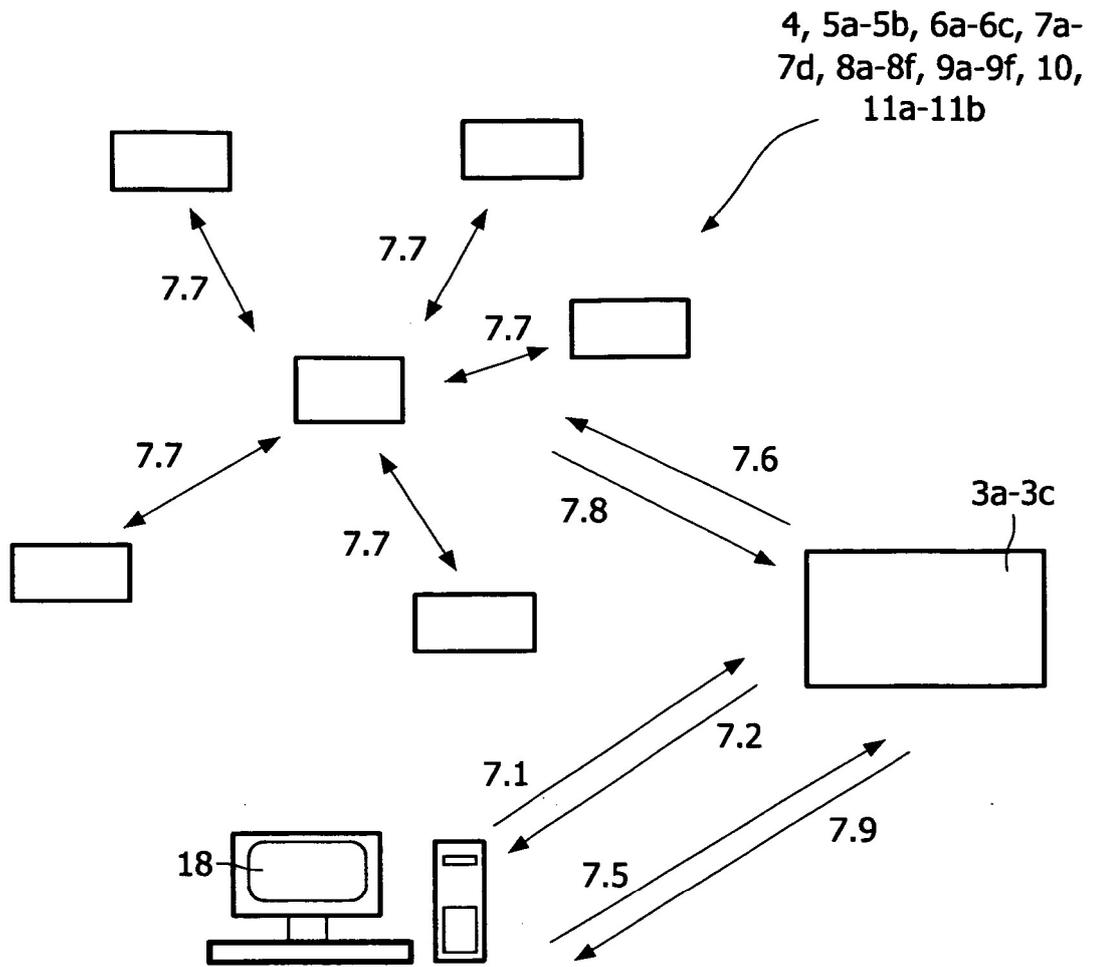


FIG. 8

	101 (8)	102 (6)	103 (7)	104 (8)	105 (3)	106 (4)	107 (7)	108 (7)	109 (10)	110 (8)	111 (3)	112 (8)	113 (7)	114 (3)	115 (6)
101 (8)		5,52	3,16	2,83	2,42	1,80	5,89	×	×	2,00	×	2,83	×	×	×
102 (6)	5,52		×	6,14	5,25	6,93	0,50	×	×	4,29	×	2,69	×	6,00	×
103 (7)	3,16	×		3,16	5,20	3,10	×	×	×	4,36	×	5,83	×	×	×
104 (8)	2,83	6,14	3,16		5,16	4,29	×	×	×	2,00	×	4,00	×	×	×
105 (3)	2,42	5,25	5,20	5,16		2,20	5,73	×	×	3,72	×	3,01	×	×	×
106 (4)	1,80	6,93	3,10	4,29	2,20		7,36	×	×	3,80	×	4,29	×	×	×
107 (7)	5,89	0,50	×	6,32	5,73	7,36		×	7,80	4,55	×	3,08	×	6,50	×
108 (7)	×	×	×	×	×	×	×		×	×	0,10	×	×	×	×
109 (10)	×	×	×	×	×	×	7,80	×		×	×	×	1,20	1,40	1,00
110 (8)	2,00	4,29	4,36	2,00	3,72	3,80	4,55	×	×		×	2,00	×	×	×
111 (3)	×	×	×	×	×	×	×	0,10	×	×		×	×	×	×
112 (8)	2,83	2,69	5,83	4,00	3,01	4,29	3,08	×	×	2,00	×	×	×	×	×
113 (7)	×	×	×	×	×	×	×	×	1,20	×	×	×	×	2,50	0,50
114 (3)	×	6,00	×	×	×	×	6,50	×	1,40	×	×	×	2,50		2,40
115 (6)	×	×	×	×	×	×	×	×	1,00	×	×	×	0,50	2,40	

FIG. 9

	3a	3b	3c	4	6b	6c	7a	7b	7c	7d	8a	8b	8c	8d	10
3a		X	X	2,20	X	5,25	5,20	5,73	X	X	2,42	5,16	3,72	3,01	X
3b	X		X	X	2,40	6,00	X	6,50	X	2,50	X	X	X	X	1,40
3c	X	X		X	X	X	X	X	0,10	X	X	X	X	X	X
4	2,20	X	X		X	6,93	3,10	7,36	X	X	1,80	4,29	3,80	4,29	X
6b	X	2,40	X	X		X	X	X	X	0,50	X	X	X	X	1,00
6c	5,25	6,00	X	6,93	X	X	X	0,50	X	X	5,52	5,80	3,80	1,80	X
7a	5,20	X	X	3,10	X	X	X	X	X	X	3,16	3,16	4,36	5,83	X
7b	5,73	6,50	X	7,36	X	0,50	X	X	X	X	5,89	6,32	4,55	3,08	7,80
7c	X	X	X	0,10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7d	X	2,50	X	X	0,50	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1,20
8a	2,42	X	X	1,80	X	5,52	3,16	5,89	X	X	2,83	2,00	2,83	2,83	X
8b	5,16	X	X	4,29	X	5,80	3,16	6,32	X	X	2,83	2,00	2,00	4,00	X
8c	3,72	X	X	3,80	X	3,80	4,36	4,55	X	X	2,00	2,00	2,00	2,00	X
8d	3,01	X	X	4,29	X	1,80	5,83	3,08	X	X	2,83	4,00	2,00	2,00	X
10	X	1,4	X	X	1,00	X	X	7,80	X	1,20	X	X	X	X	

FIG. 10

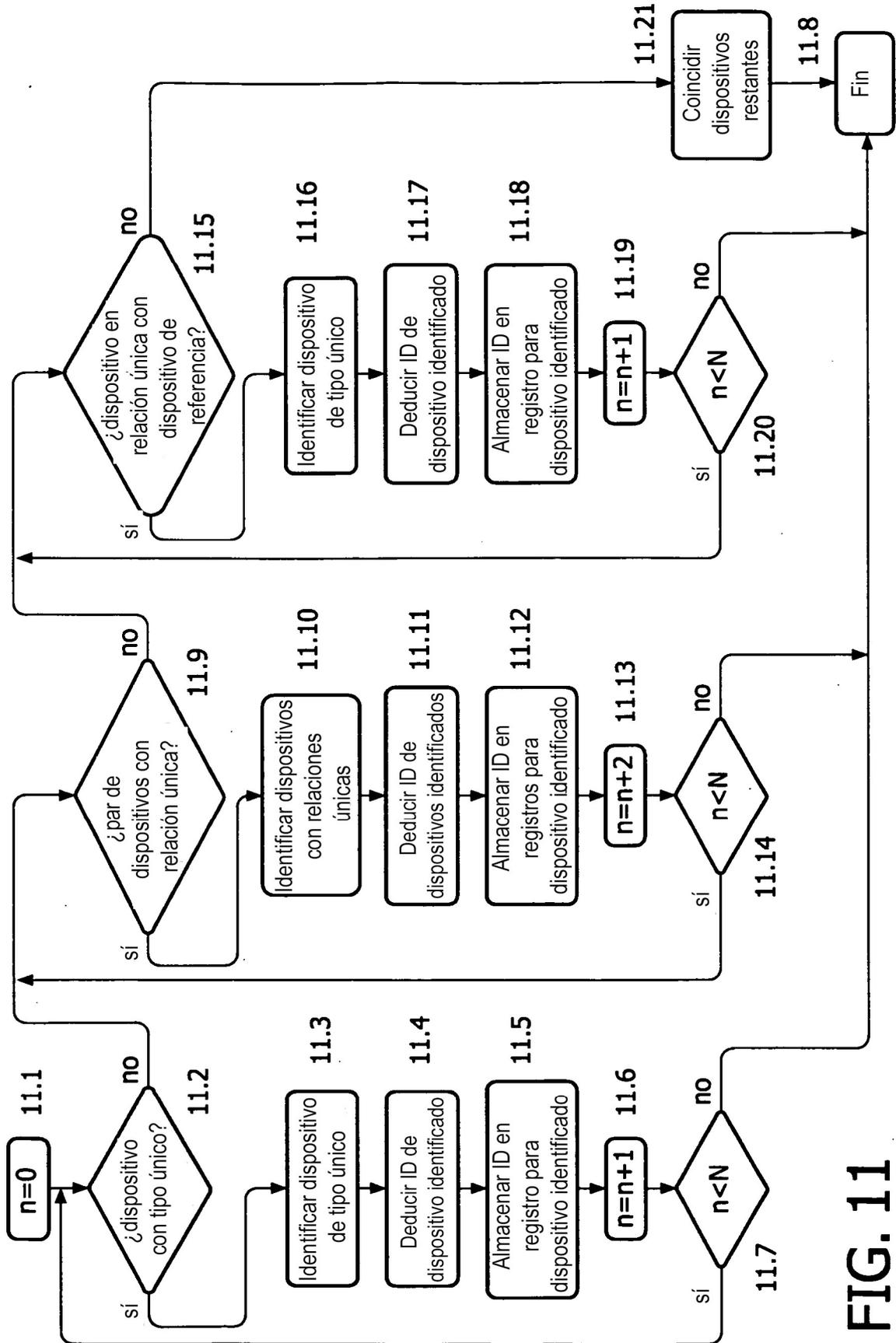


FIG. 11

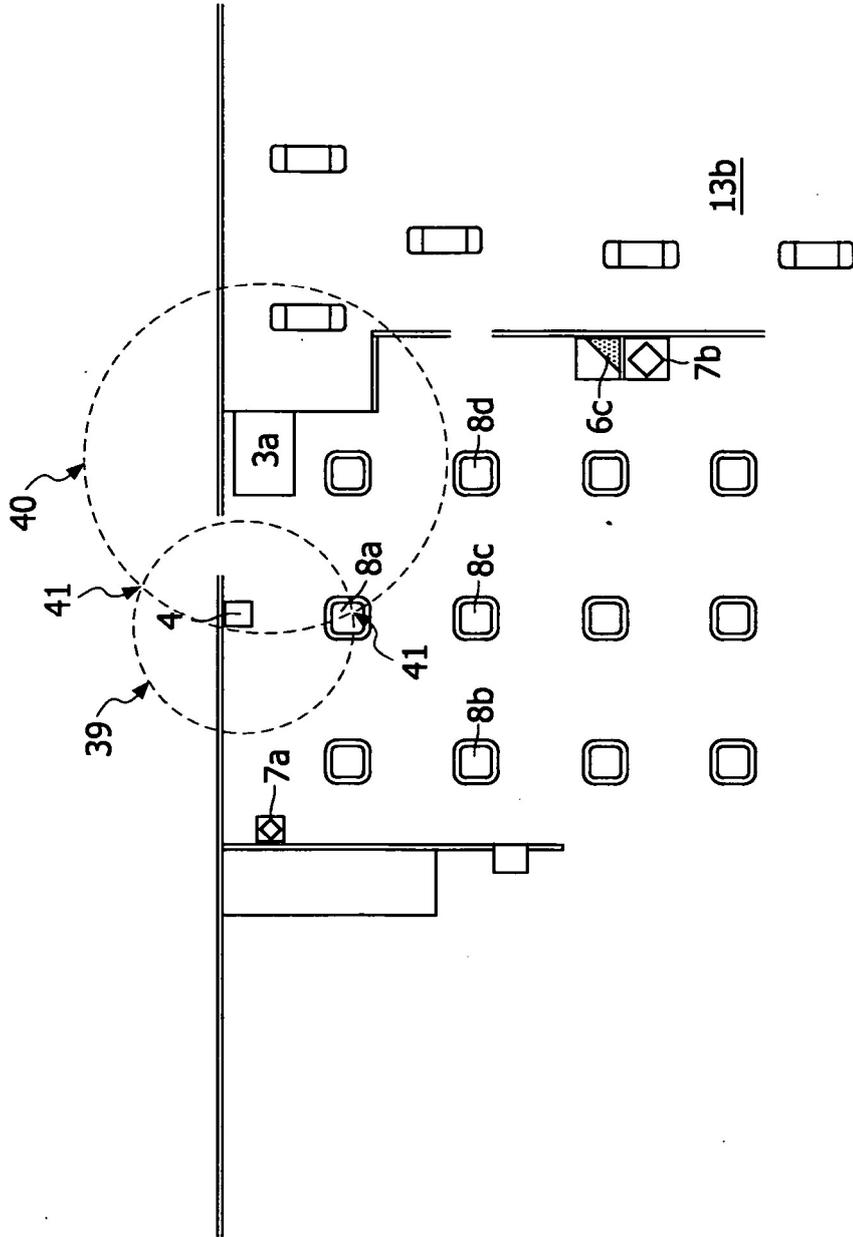


FIG. 12

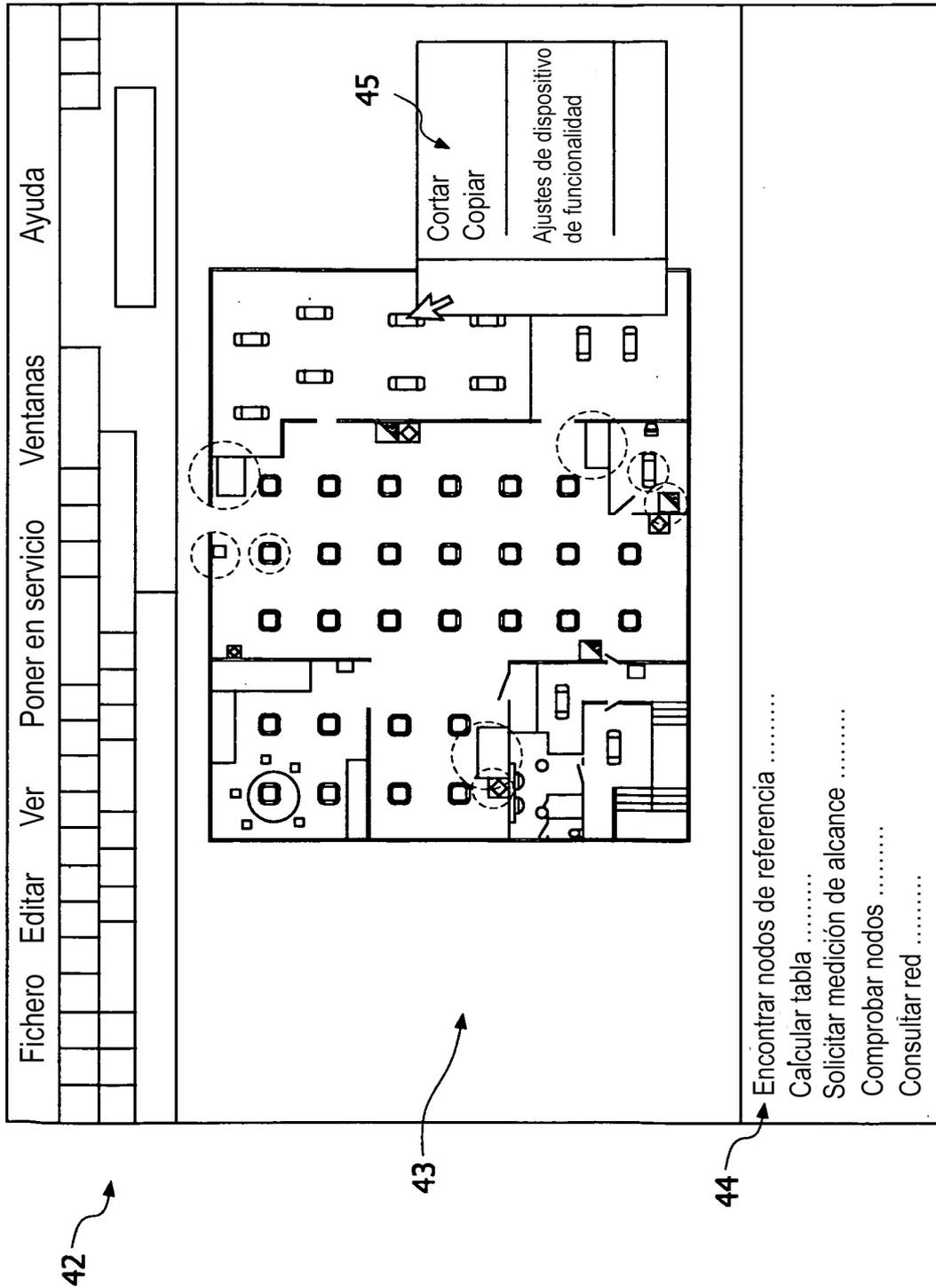


FIG. 13