

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 795 925**

51 Int. Cl.:

H04B 10/116 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.11.2016 PCT/EP2016/077703**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.06.2017 WO17089175**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.11.2016 E 16795346 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2020 EP 3381140**

54 Título: **Asignación de canal de luz dinámica**

30 Prioridad:

26.11.2015 EP 15196425

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

25.11.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

KAAG, BJORN CHRISTIAAN WOUTER

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 795 925 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

Asignación de canal de luz dinámica

5 Campo de la invención

La invención se refiere al campo de comunicación de datos a través de ondas de luz, en particular la invención se refiere a accionadores de iluminación que asignan dinámicamente canales de luz a peticiones de comunicación de datos direccionados a una unidad de nodo de extremo particular.

10

Antecedentes de la invención

En sistemas de comunicación por cable, como por ejemplo Ethernet por cable, se proporcionan datos a una unidad de nodo de extremo a través de la trayectoria de datos dada mediante un cable que conecta la interfaz de red de la unidad de nodo de extremo y un dispositivo de reenvío de datos en la red de comunicación. En sistemas de comunicación inalámbrica del estado de la técnica, se usan señales de RF para comunicación de datos entre una unidad de nodo de extremo y un dispositivo de reenvío de datos en la red de comunicación. Aunque las señales de RF pueden transmitirse a través de paredes, se requiere un número suficiente de puntos de acceso de RF inalámbricos para garantizar que un usuario obtendrá una conexión apropiada a la red de comunicación. Sin embargo, una distribución densa de transceptores de RF ocupará ancho de banda en el espectro, limitando de forma efectiva el ancho de banda disponible a cada unidad de nodo de extremo conectada.

15

20

25

30

35

Está emergiendo un nuevo tipo de redes de comunicación, en las que la comunicación se realiza mediante ondas de luz. Pueden usarse fuentes de luz para transmitir datos a un receptor. Las ondas de luz pueden ser visibles o invisibles al ojo humano. Una diferencia principal con la señalización de RF es que las señales de luz son conexiones de visibilidad directa que se obstruirán mediante obstáculos tales como paredes. Una fuente de luz puede ser un dispositivo de iluminación usado normalmente para luz ambiental de un espacio en un edificio, también conocido como Comunicación por Luz Visible (es decir, VLC). Ya que el objetivo principal de VLC es la iluminación ambiental de alta calidad, las tasas de transmisión de datos están bastante limitadas. Las fuentes de luz usadas esencialmente para iluminación ambiental son, por lo tanto, dispositivos de transmisión de datos lentos. Para conseguir mayores tasas de transmisión de datos pueden usarse alternativamente o además fuentes de luz de transmisión de datos que no se ajustan primariamente a iluminación ambiental. Ejemplos son por ejemplo - pero sin limitación - emisores que usan cambios en niveles de luz (encendida, apagada, atenuación, colores), usando múltiples colores simultáneamente (por ejemplo, RGBW), una fuente láser o fuentes IR o UV. Estos últimos ejemplos trabajan mejor con un receptor específico, tal como, por ejemplo, un fotodetector optimizado.

40

Emisores de luz pueden conectarse a un conmutador de Alimentación a través de Ethernet (PoE) que distribuye potencia usando puertos de datos por cable (es decir, RJ45) como se muestra en la Figura 1.

45

Una red informática automatizada puede reenviar dinámicamente datos entre puertos en un conmutador de Ethernet por cable usando definiciones de trayectoria de comunicación de datos trayectoria dinámicas. Un ejemplo para implementar tales definiciones de trayectoria de comunicación de datos trayectoria dinámicas es un protocolo tal como, por ejemplo, OpenFlow o VxLan.

50

Preparar unos dispositivos usados en un sistema VLC para comunicación de datos requiere un protocolo separado. Con el aumento de densidad de red y aumento de transferencia de datos a múltiples receptores (móviles) se requiere una configuración dinámica de emisores de VLC para ofrecer datos al respectivo receptor (móvil).

55

El documento US 2011/069957 A1 divulga un método y sistema para asignación de canal de luz. Para determinar un canal de luz disponible, un dispositivo de usuario final recibe un mensaje de baliza desde un emisor de luz para coordinar sincronización de tiempo con el emisor de luz y para buscar un canal de longitud de onda disponible. En respuesta al mensaje de baliza, la unidad de usuario final construye información de canal de longitud de onda disponible y transmite una petición inicial al emisor de luz. Por lo tanto, la asignación de canal se negocia entre el respectivo emisor correcto y la unidad de usuario final. Con el aumento de la densidad de los dispositivos de usuario final la cantidad de tráfico necesario para negociar un canal de luz aumentará, lo que limita la escalabilidad del sistema.

60

El documento US 2009/026 9073 A1 divulga un enfoque similar en el que una unidad de estimación de posición detecta movimiento del dispositivo de usuario final usando fotorreceptores. El dispositivo de emisión de luz se configura para ajustar la fuente de luz a usarse para transmisión de datos al dispositivo de usuario final para un uso despilfarrador de fuentes de luz que no pueden alcanzar el dispositivo de usuario final de forma efectiva. La optimización de canal de luz se trata de nuevo de una manera autónoma en la unidad de inyección de luz que complica o limita la coordinación de asignación de canal de luz en redes densas.

65

El documento US 2013/0136457 A1 se refiere a sistemas para comunicación de luz inalámbrica y se dedica a evitar la interferencia de señales ópticas en áreas cubiertas por al menos dos dispositivos de emisión de luz. Para evitar que una señal de datos que usa una señal óptica inalámbricamente transmitida a un dispositivo de usuario final interfiere

con otra señal que usa el mismo canal de luz en un área cubierta por dos dispositivos de emisión de luz, se asignan diferentes canales de luz a emisores de luz que cubren parcialmente la misma área. La asignación de canal de luz de un respectivo emisor de luz se ve influenciada por la asignación de canal de emisores de luz vecinos.

5 A partir del documento US 2014/0255038 A1 se conoce un sistema adicional en el que se usa comunicación de luz visible para distribuir mensajes a una o más carretillas elevadoras en un almacén. Para aumentar el ancho de banda de la transmisión de luz visible, se usan respectivos grupos de fuentes de luz para transmitir mensajes en una longitud de onda particular en la que la salida de luz como un todo se combina de tal forma que se transmite luz blanca para proporcionar luz ambiente en el almacén.

10 Sumario de la invención

Es un objeto de la presente invención proporcionar una comunicación de datos mejorada entre una unidad de nodo de origen y una unidad de nodo de extremo usando accionadores de iluminación VLC que escala bien con un aumento de densidad de las unidades de nodo de extremo y accionadores de iluminación.

15 El objetivo se consigue mediante el accionador de iluminación, sistema y método de acuerdo con las reivindicaciones independientes.

20 En un aspecto de la presente invención se proporciona un accionador de iluminación para comunicar inalámbricamente datos desde una unidad de nodo de origen acoplada comunicativamente con el accionador de iluminación a una unidad de nodo de extremo de datos a través de ondas de luz, en el que el accionador de iluminación comprende una interfaz de red para recibir una definición de trayectoria de datos temporal que asigna el accionador de iluminación como la unidad de inyección de datos seleccionada para embeber los datos desde la unidad de nodo de origen en ondas de luz para su emisión a la unidad de nodo de extremo de datos y una configuración de canal de luz que asigna
25 respectivos canales de luz a respectivas unidades de nodo de extremo de datos que incluyen la unidad de nodo de extremo de datos de acuerdo con una operación de coordinación de plan de control de aplicación de una pluralidad de accionadores de iluminación, y un módulo de configuración configurado para asignar un canal de luz a la unidad de nodo de extremo de datos de acuerdo con la configuración de canal de luz recibida por el accionador de iluminación,
30 en el que la comunicación de datos direccionada a la unidad de nodo de extremo de datos y recibida de acuerdo con la definición de trayectoria de datos temporal se reenvía a la unidad de nodo de extremo de datos usando el canal de luz asignado.

35 Proporcionando enlaces dinámicos entre las definiciones de trayectoria de datos y los canales de luz seleccionados, pueden usarse protocolos conocidos para controlar la comunicación de datos dentro de redes de RF por cable o inalámbricas, tales como, por ejemplo, OpenFlow o VxLan, y protocolos de canal de luz seleccionados para definir de forma efectiva trayectorias de datos dinámicas a unidades de nodo de extremo de datos. Puede realizarse un canal de luz como cualquier medio que permite respectivas transmisiones de datos a distinguirse, por ejemplo, mediante una frecuencia única o nivel de intensidad. Un accesorio de iluminación puede tener una o más fuentes de luz. En
40 caso de dos y más fuentes de luz, cada fuente de luz puede asignarse a un respectivo canal de luz o todas las fuentes de luz pueden asignarse a un único canal de luz. También puede realizarse cualquier asignación intermedia de N fuentes de luz a un canal de luz. Una fuente de luz también puede asignarse a más de un canal de luz. El accionador de iluminación puede comprender o bien un emisor de luz o bien un detector de luz para comunicación de datos unidireccional o ambos para habilitar comunicación de datos bidireccional con la unidad de nodo de extremo de datos.
45 Adicionalmente, el accionador de iluminación puede ser un dispositivo híbrido de iluminación y comunicación de datos usable para iluminación ambiental así como para comunicación de datos o puede ser un accionador de iluminación dedicado específicamente a comunicación de datos.

50 La interfaz de red se configura adicionalmente para recibir una configuración de canal de luz a aplicarse para comunicación de datos con la unidad de nodo de extremo de datos. Un accionador de iluminación puede tener una configuración de canal de luz por defecto implementada durante producción por, por ejemplo, el fabricante que también puede servir como una configuración de repliegue después de restablecimiento. Sin embargo, la configuración de canal puede alterarse durante la puesta en marcha u operación para adaptar la configuración a requisitos específicos de aplicación.

55 En una realización de la presente invención el accionador de iluminación comprende además un detector de luz para recibir datos embebidos en ondas de luz desde la unidad de nodo de extremo de datos.

60 En una realización de la presente invención la unidad de nodo de extremo de datos es una primera unidad de nodo de extremo de datos y el canal de luz es un primer canal de luz. La interfaz de red se configura para recibir una segunda definición de trayectoria de datos temporal que asigna el accionador de iluminación como la unidad de inyección de datos seleccionada para embeber segundos datos desde una unidad de nodo de origen en ondas de luz para emisión a la segunda unidad de nodo de extremo de datos. La configuración de canal de luz comprende datos de configuración de canal de luz para la segunda unidad de nodo de extremo de datos. El módulo de configuración se
65 configura para

(i) asignar un segundo canal de luz a la segunda unidad de nodo de extremo de datos de acuerdo con la configuración de canal de luz, en el que la comunicación de datos recibida de acuerdo con la segunda definición de trayectoria de datos temporal se reenvía a la unidad de nodo de extremo de datos usando el segundo canal de luz asignado, siendo el segundo canal de luz diferente del primer canal de luz; o

5 (ii) asignar el primer canal de luz a la segunda unidad de nodo de extremo de datos de acuerdo con la configuración de canal de luz, en el que la comunicación de datos recibida de acuerdo con la primera y segunda definición de trayectoria de datos temporal se multiplexa y reenvía a la primera y segunda unidades de nodo de extremo de datos usando el primer canal de luz asignado.

10 En caso de tener dos unidades de nodo de extremo de datos servidas al menos temporalmente por un único accionador de iluminación, tiene que asegurarse que los respectivos datos se envían correctamente a las respectivas unidades de nodo de extremo de datos. Por ejemplo, en caso de dos unidades de nodo de extremo de datos comprendidas en respectivos dispositivos móviles llevados por dos diferentes personas cuyas trayectorias se cruzan, podría existir una situación en la que el mismo accionador de iluminación está más cercano de ambos dispositivos móviles y, por lo tanto, puede seleccionarse para una inyección de datos para los primeros así como los segundos datos. Para garantizar que cada dispositivo móvil recibe los datos correctos, se asignan diferentes canales de datos a cada unidad de nodo de extremo de datos para respectivas comunicaciones, por ejemplo, seleccionando una frecuencia única, nivel de atenuación, etc. Como alternativa, el mismo de canal de iluminación puede usarse para la emisión de datos a ambas unidades de nodo de extremo de datos y los primeros y segundos datos puede multiplexarse en el mismo de canal de iluminación.

25 En una realización de la presente invención el accionador de iluminación se configura para transmitir información a las respectivas unidades de nodo de extremo de datos indicativa de un esquema de codificación aplicado a los datos. La unidad de nodo de extremo de datos habitualmente sabe cómo extraer los datos. Sin embargo, para aplicar un respectivo esquema de codificación, necesita informarse a la unidad de nodo de extremo de datos qué esquema de codificación tiene que aplicarse. El sistema puede transmitir, por lo tanto, información a dicha unidad de nodo de extremo de datos de recepción para explicar cómo se transmiten los datos, tal como, por ejemplo, técnicas de multiplexación (por ejemplo, OFDM) o técnicas de modulación especiales (por ejemplo, VPPM, CSK, OOK).

30 En una realización de la presente invención el accionador de iluminación comprende además una o más fuentes de luz para emitir luz a un detector de luz acoplado comunicativamente a una unidad de nodo de extremo de datos. Una única fuente de luz puede explotarse para transmisión de datos usando cambios en niveles de iluminación (encendido, apagado, atenuación, colores). Puede usarse una única o múltiples fuentes de luz para habilitar transmisión de múltiples colores simultáneamente (por ejemplo, LED multicolores, tal como RGBW). Fuentes de luz adicionales pueden ser una fuente láser o fuentes IR o UV que preferentemente requieren una correspondiente unidad de detección en el lado de recepción. Para seleccionar un canal de luz adecuado para transmisiones de datos a una unidad de nodo de extremo de datos particular, la unidad de control tendrá que tener en cuenta las capacidades de recepción de la unidad de nodo de extremo de datos.

40 En un aspecto de la presente invención se proporciona un sistema para comunicar datos embebidos en ondas de luz a una unidad de nodo de extremo de datos, que comprende uno o más accionadores de iluminación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores; y una unidad de control para asignar dinámicamente configuraciones de canal de luz asociadas con respectivas definiciones de trayectoria de datos al uno o más accionadores de iluminación de acuerdo con un plan de control de aplicación.

45 Un plan de control de aplicación proporciona un contexto específico de aplicación a los respectivos accionadores de iluminación dentro de un sistema de control de aplicación. Basándose en patrones de uso, que pueden definirse o aprenderse durante la operación, por ejemplo, mediante mecanismos de autoaprendizaje, un plan de control de aplicación puede definir una o más escenas de control de aplicación que pueden definir modos de operación particulares para una diversidad de accionadores de iluminación así como sus interacciones. Como un simple ejemplo, un sistema de control de iluminación para respectivas salas de un edificio puede aplicar diferentes escenas de aplicación para el día y la noche. En el que por la noche únicamente puede activarse un conjunto mínimo de luces mediante un correspondiente detector de presencia, por ejemplo, para proporcionar suficiente luz para la guardia de noche, el mismo detector de presencia puede desencadenar iluminación completa usando todas las luces presentes en una sala durante el día. Por lo tanto, el plan de control de aplicación proporciona contexto basándose en patrones de uso a los mecanismos de control aplicados en un sistema de control de aplicación, permitiendo de este modo optimizaciones de sistema, por ejemplo, con respecto a ahorros de energía. Componentes de control de aplicación que no se requerirán durante un periodo de tiempo conocido, pueden conmutarse a un modo de ahorro de potencia de acuerdo con las escenas de control de aplicación definidas por el plan de control de aplicación. El contexto proporcionado por el plan de control de aplicación también puede usarse para determinar un accionador de iluminación adecuado para la transmisión de datos, o bien con respecto a la disponibilidad del accionador de iluminación como tal, por ejemplo, la determinación de si el accionador de iluminación se enciende/apaga, pero también con respecto a su disponibilidad para comunicación de datos, por ejemplo el accionador de iluminación podría usarse extensivamente para propósitos de iluminación primaria y, por lo tanto, no ser adecuado para una comunicación de datos eficiente.

65 En un aspecto adicional de la invención se proporciona un método para comunicar datos desde una unidad de nodo

de origen a una unidad de nodo de extremo de datos, en el que la unidad de nodo de origen se acopla comunicativamente a un accionador de iluminación capaz de embeber los datos en ondas de luz que pueden recibirse por la unidad de nodo de extremo de datos. El método comprende las etapas de recepción de una definición de trayectoria de datos temporal que asigna el accionador de iluminación como la unidad de inyección de datos seleccionada para embeber datos desde la unidad de nodo de origen en ondas de luz para su emisión a la unidad de nodo de extremo de datos y una configuración de canal de luz que asigna respectivos canales de luz a respectivas unidades de nodo de extremo de datos que incluyen la unidad de nodo de extremo de datos de acuerdo con una operación de coordinación de plan de control de aplicación de una pluralidad de accionadores de iluminación; asignación de un canal de luz a la unidad de nodo de extremo de datos de acuerdo con la configuración de canal de luz recibida por el accionador de iluminación, en el que la comunicación de datos direccionada a la unidad de nodo de extremo de datos y recibida de acuerdo con la definición de trayectoria de datos temporal se reenvía a la unidad de nodo de extremo de datos usando el canal de luz asignado.

En una realización de la presente invención la unidad de nodo de extremo de datos es una primera unidad de nodo de extremo de datos y el canal de luz es un primer canal de luz. El método comprende adicionalmente recibir una segunda definición de trayectoria de datos temporal que asigna el accionador de iluminación como la unidad de inyección de datos seleccionada para embeber segundos datos desde una unidad de nodo de origen en ondas de luz para emisión a la segunda unidad de nodo de extremo de datos. La configuración de canal de luz comprende además datos de configuración de canal de luz para la segunda unidad de nodo de extremo de datos; y el método comprende adicionalmente

- (i) asignar un segundo canal de luz a la segunda unidad de nodo de extremo de datos de acuerdo con la configuración de canal de luz, en el que la comunicación de datos recibida de acuerdo con la segunda definición de trayectoria de datos temporal se reenvía a la unidad de nodo de extremo de datos usando el segundo canal de luz asignado, siendo el segundo canal de luz diferente del primer canal de luz; o
- (ii) asignar el primer canal de luz a la segunda unidad de nodo de extremo de datos de acuerdo con la configuración de canal de luz, en el que la comunicación de datos recibida de acuerdo con la primera y segunda definición de trayectoria de datos temporal se multiplexa y reenvía a la primera y segunda unidades de nodo de extremo de datos usando el primer canal de luz asignado.

En una realización de la presente invención el método comprende adicionalmente transmitir información a las respectivas unidades de nodo de extremo de datos indicativa de un esquema de codificación aplicado a los datos.

En una realización de la presente invención el método comprende adicionalmente recibir datos desde la unidad de nodo de extremo de datos embebidos en ondas de luz.

En una realización de la presente invención el canal de luz es un canal definido por una frecuencia predeterminada, un número predeterminado de fuentes de luz dentro de un accesorio de iluminación, un nivel de intensidad predeterminada de la señal de luz o una combinación de los mismos.

En un aspecto adicional de la invención se proporciona un programa informático ejecutable en una unidad de procesamiento de un accionador de iluminación capaz de embeber datos en ondas de luz que pueden recibirse por una unidad de nodo de extremo de datos, comprendiendo el programa informático medios de código de programa para provocar que la unidad de procesamiento efectúe un método como se define en las reivindicaciones 8-12 cuando el programa informático se ejecuta en la unidad de procesamiento.

Se apreciará que el accionador de iluminación de la reivindicación 1, el sistema para comunicar datos embebidos en ondas de luz de acuerdo con la reivindicación 7 y el método de la reivindicación 8 tienen realizaciones preferidas similares y/o idénticas, en particular, según se definen en las reivindicaciones dependientes.

Se apreciará que una realización preferida de la presente invención también puede ser cualquier combinación de las reivindicaciones dependientes o realizaciones anteriores con la respectiva reivindicación independiente.

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

Breve descripción de los dibujos

En los siguientes dibujos:

- La Figura 1 muestra un modelo de dominio de un sistema de control de aplicación con capacidad de comunicación de datos a través de ondas de luz,
- La Figura 2 muestra una sala con una pluralidad de emisores de luz y dos receptores móviles llevados por personas cuyas trayectorias se cruzan a través de la sala,
- La Figura 3 muestra ejemplos de accesorios de iluminación con una o más fuentes de luz,
- La Figura 4 muestra un diagrama de un dispositivo de reenvío de datos usando diferentes canales de luz y

La Figura 5 muestra un diagrama de sistema de una red de control de iluminación con asignación de canal de luz automatizada.

Descripción detallada de las realizaciones

5 Algunas realizaciones se describen ilustrativamente en el contexto de aplicaciones de control de iluminación como realizaciones preferidas. Sin embargo, debe apreciarse que las realizaciones no se restringen a aplicaciones de control de iluminación. El experto en la materia apreciará que los métodos y dispositivos pueden explotarse para cualquier otra aplicación de control que requiere una topología de sistema similar.

10 A continuación un sistema de aplicación definida por software (SDA) proporciona conocimiento acerca de requisitos específicos de aplicación e instrucciones según se estipula en un plan de aplicación. Por ejemplo, un ejemplo de un sistema de SDA es un sistema de iluminación definida por software (SDL) que define un plan de iluminación que comprende una o más escenas de iluminación. Una escena de iluminación puede definir, por ejemplo, dependencias o interacciones entre componentes de control de aplicación, por ejemplo, cuyas lámparas tienen que encenderse si se desencadena un sensor particular. Las escenas de iluminación pueden definirse para intervalos de tiempo específicos, tal como día y noche, días laborables, fines de semana y así sucesivamente.

15 Un sistema de gestión de redes tal como - pero sin limitación - un sistema de redes definidas por software (SDN) proporciona conocimiento acerca de los respectivos componentes de red presentes en una red de malla y puede controlar la configuración de tablas de reenvío y similares. Sin embargo, el sistema de gestión de redes se controla únicamente a nivel de sistema de red y no conoce acerca de conexiones específicas de aplicación entre ciertos componentes de red.

20 Juntos, un sistema de SDA y un sistema de gestión de redes constituyen un sistema de control definido por software (SDC) que combina ambas capas (aplicación y red). El sistema de SDC correlaciona los componentes de aplicación/iluminación en la topología de red y, por lo tanto, tiene el conocimiento para decidir qué componentes de red o partes de componente se requieren por una escena de aplicación. Esto habilita gestión de recursos eficientes ya que el SDC puede apagar componentes de red o partes de componentes sin degradar la capacidad de la red de control (de iluminación) para ejecutar una aplicación (de iluminación).

La Figura 1 muestra un modelo de dominio del sistema de control de aplicación 300, por ejemplo, que puede ser un sistema de control de iluminación.

35 Un sistema de SDC 200, sometido a un plan de control de aplicación 204 y las escenas de aplicación estipuladas en el mismo, puede consultar un sistema de gestión de redes 231 y configurar dinámicamente trayectorias de comunicación 180 a través de una red de comunicación 100 a un componente de control de iluminación 301 que se considera adecuado para emitir datos a un detector 302 de un dispositivo de recepción 400.

40 Como se divulga en detalle en la solicitud pendiente junto con la presente (solicitud de patente EP 15196399.8), un sistema de control tal como - pero sin limitación - el sistema de SDC 200 aplicado dentro de una red de control de aplicación puede determinar la ubicación de dos receptores móviles dentro de un área cubierta por el sistema de control de aplicación. Basándose en información de velocidad y dirección recopilada por el sistema de control, el sistema de control puede proporcionar predicciones de trayectoria a través de la red de comunicación que subyace al sistema de control de aplicación. El sistema de control puede determinar además si y dónde se cruzarán las trayectorias de dos receptores móviles. Como se ilustra en la Figura 2, puede requerirse un único componente de control de iluminación L22 para la transmisión de datos a través de emisión de luz a dos dispositivos de recepción móviles A6 y A7. Para discriminar diferentes transmisiones de datos para los respectivos receptores móviles, puede asignarse un canal de luz único a cada receptor móvil dinámicamente.

45 Un canal de luz puede realizarse como cualquier medio que permite respectivas transmisiones de datos a distinguirse, por ejemplo, mediante una frecuencia única o nivel de intensidad. Como se indica en la Figura 3 un accesorio de iluminación 700, 720 puede tener una o más fuentes de luz 701, 721, 722, 723. En caso de dos y más fuentes de luz, cada fuente de luz 701 puede asignarse a un respectivo canal de luz 800 o todas las fuentes de luz 721, 722, 723 pueden asignarse a un único canal de luz 800. También puede realizarse cualquier asignación intermedia de N fuentes de luz 701, 721, 722, 723 a un canal de luz 800. También puede asignarse una fuente de luz 701, 721, 722, 723 a más de un canal de luz 800. Como un ejemplo, el accesorio de iluminación puede comprender 3 LED de diferente color, rojo, verde y azul. Cada canal de luz puede asignarse a un LED, podrían definirse canales de luz adicionales mediante una combinación de dos LED, etc. Como alternativa o además, los datos para A6 y A7 también pueden multiplexarse en un único canal de luz usando un esquema de modulación adecuado, por ejemplo, OFDM, etc. Las definiciones de trayectoria de comunicación se enlazan posteriormente a dichos canales de luz. El beneficio es que una definición de trayectoria de comunicación facilita programar dinámicamente el reenvío de datos a una posición determinada (es decir, el emisor) bajo el control de un sistema de gestión de redes.

60 La Figura 4 muestra una unidad de nodo de extremo 601, por ejemplo un sistema de SDA y/o SDL, que puede configurar el interruptor de luz 603 con definiciones de trayectoria de comunicación, transmitidas a través de un

protocolo de red conectado al puerto de datos 602, para discriminar datos para múltiples receptores móviles, por ejemplo, la unidad de nodo de extremo 611 y la unidad de nodo de extremo 612. Tras la recepción de dichas definiciones de trayectoria de comunicación, el interruptor de luz S1 enlazará el flujo de datos a respectivos canales de luz 606 y 607 a través de respectivos puertos de datos 604 y 605, respectivamente. A través del emisor de luz 608 conectado al puerto de datos 604 del conmutador de datos 603 se comunican datos al receptor móvil 611 a través de ondas de luz detectadas por la unidad de nodo de extremo 611. El puerto de datos 605 no se conecta únicamente al emisor 609 sino también al detector 610, permitiendo por lo tanto comunicación bidireccional con la unidad de nodo de extremo 612.

La Figura 5 muestra una red de control de iluminación 300 que puede servir a múltiples receptores móviles que pueden interactuar con cualquier iluminación y accionador de comunicación 301 según se requiera y según pueda estipularse en el plan de iluminación 204. La fuente o fuentes de luz 144 se usan para generar un número de canales de luz 121 requeridos a incluir 122 cuya emisión puede detectarse mediante detectores 302 acoplados a las unidades de modo de extremo 400 y 401, respectivamente. Para sistemas bidireccionales, un fotodetector 123 detectará emisiones desde la unidad de nodo de extremo 401. El módulo de configuración 120 configura canales de luz de formas distintivas asignando canales de luz a las respectivas unidades de modo de extremo 400, 401. El módulo hacia el sur 110 ejecutará un protocolo de datos para interconexión con el sistema de redes definidas por software 230 y/o el sistema de iluminación definida por software 203. El módulo de reenvío 130 implementa reglas de cómo reenviar datos entre canales de luz. Los módulos 110, 120 y 130 pueden implementarse como procesos de software ejecutándose en un microprocesador 140 usando la memoria de trabajo 141 para su ejecución y el módulo de almacenamiento 142 para guardar resultados calculados, así como para almacenamiento del firmware. El tráfico entre el sistema de iluminación definida por software 203 y otras unidades de modo de extremo se transporta a través de una trayectoria de red en entre 180, que está bajo el control del sistema de redes definidas por software 230, seleccionado la "mejor" posible trayectoria a través de la red de comunicación. La interfaz de lado de red 143 puede ser inalámbrica (es decir, RF, VLC, FSO, etc.) o por cable (Ethernet de cable, fibra óptica, etc.). La trayectoria de red en medio puede comprender un encaminador, pasarela y/u otro componente de reenvío de datos que funciona con filtros para reenviar datos desde una red a canales de luz.

A continuación se proporciona un ejemplo simple para ilustrar cómo el sistema enlaza el accionador de iluminación y comunicación a una unidad de nodo de extremo de recepción. El sistema de SDC inicia el emparejamiento entre el flujo de datos y la unidad de nodo de extremo de recepción enviando comandos al emisor para configurar una trayectoria de datos. La unidad de nodo de extremo de recepción X se coloca en el área de interés del accionador de iluminación y comunicación A, en el que el accionador de iluminación y comunicación A tendrá 1 fuente de luz (por ejemplo, LED). El sistema de SDC envía una definición de trayectoria de datos para el destino X al accionador de iluminación y comunicación A. Tras la recepción, el accionador de iluminación y comunicación asigna dicha definición de trayectoria de datos a un canal de luz.

Por ejemplo: el nodo de extremo de recepción X es para usar canal de luz n.º 2, mientras que canal de luz 2 = LED 1, usando un perfil de configuración estático por defecto "abc". Cuando se transmiten datos posteriores al nodo de extremo X a través de la red, el sistema de SDN habrá programado una trayectoria de datos desde la unidad de nodo de origen al accionador de iluminación y comunicación A, y el accionador de iluminación y comunicación ha ejecutado la definición de trayectoria de datos para configurar un canal de luz apropiado al destino X.

Si el sistema de SDC observa que otra unidad de nodo de extremo de recepción Y está o se colocará en el área de interés del accionador de iluminación y comunicación A, el sistema de SDC analiza múltiples opciones, por ejemplo, pero sin limitación:

- 1.) El accionador de iluminación y comunicación A configura el canal de luz n.º 2 para soportar también transmisiones de datos al destino Y. En ese caso, el sistema necesita multiplexar los flujos de datos en el canal de luz n.º 2 para recibir unidades de nodo de extremo X e Y, por ejemplo, usando OFDM, por ejemplo. La correspondiente configuración se realiza por el sistema de SDC o se usa un método por defecto.

- 2.) El accionador de iluminación y comunicación A configura un nuevo canal de luz n.º 3 con diferentes características que el canal de luz n.º 2.

La decisión de qué opción tomar se hace preferentemente en vista de una configuración óptima de todo el sistema de aplicación. El sistema de SDC toma una decisión apropiada y envía una definición de trayectoria de datos al accionador de iluminación y comunicación A, para el destino Y.

En caso de que el accionador de iluminación y comunicación tenga múltiples fuentes de luz (por ejemplo, un accesorio de iluminación con 4 fuentes de luz (por ejemplo, LED)), el sistema tiene opciones adicionales para definir canales de luz exclusivos.

Además de por defecto, perfil de configuración estática por accesorio de iluminación, puede usarse un perfil de configuración dinámico, en el que la pluralidad de accionadores de iluminación y comunicación y cómo trabajan juntos se ajustan en un perfil de constelación. El sistema de SDC puede configurar un accesorio de iluminación 1 con un primer perfil de configuración y un accesorio de iluminación 2 con otro segundo perfil de configuración, anulando de

este modo los perfiles de configuración por defecto para una duración especificada. Como un ejemplo, a continuación se muestra una constelación simple de perfiles de configuración:

Accesorio de iluminación	Fuente de luz (por ejemplo, LED)	Modulación	Códec	Establecimiento de canales de luz	Recuento de canales de luz	Perfil de configuración
1	4	CSK	OFDM-x	1 único por LED	4	A
2	2	OOK	OFDM-y	2 únicos por LED	4	B
3	4	CSK	OFDM-x	4 únicos usando uno de los 4 LED	4	C

5 Como un ejemplo, se muestra, cómo se indica a continuación, una constelación más compleja de perfiles de configuración:

Accesorio de iluminación	Fuente de luz (por ejemplo, LED)	Modulación	Códec	Establecimiento de canales de luz	Recuento de canales de luz	Perfil de configuración
1	4	propietario	propietario	1 único por LED	4	F
2	2	propietario	propietario	1 único por LED	2	G
3	4	propietario	propietario	1 único por LED	4	F

10 Donde los ejemplos anteriores definen los mismos perfiles de configuración para las fuentes de luz de los respectivos accesorios de iluminación, los perfiles de configuración también pueden definir diferentes ajustes de configuración por fuente de luz. El sistema de SDC gestiona una pluralidad de perfiles de configuración en un perfil de constelación.

15 La unidad de nodo de extremo de recepción es capaz de decodificar datos transmitidos a través de una onda de luz. El sistema, sin embargo, transmite información a dicha unidad de nodo de extremo indicando cómo se transmiten los datos, por ejemplo, qué esquema de codificación se usa. Pueden usarse muchas tecnologías existentes para mejorar la recepción de datos, tal como, por ejemplo, técnicas de multiplexación (por ejemplo, OFDM) o de modulación especiales (por ejemplo, VPPM, CSK, OOK).

20 Una implementación ilustrativa puede usar identificadores lógicos (por ejemplo, ID de canal lógico) enlazados a respectivas unidades de modo de extremo de recepción y configuraciones de canal así como intervalos de tiempo opcionalmente en los que debería aplicarse la configuración.

ID de canal	Unidad de nodo de extremo de recepción	Configuración	Intervalo de tiempo (opcional)
1	A	X	t1-t2
2	B	Y	t3-t4

25 Un mapa de canal por defecto puede asignarse a accionadores de iluminación durante producción, basándose en, por ejemplo, una configuración óptima derivada a partir de cálculos o investigación fuera de sitio. Esta configuración por defecto también puede usarse como una configuración de repliegue si no hay configuración dinámica o el dispositivo se restablece.

30 En una red de control de iluminación unidireccional 300, en la que el sistema de control únicamente reenvía datos a la unidad de nodo de extremo de recepción 400 usando el accionador de iluminación y comunicación 301 de acuerdo con cualquiera de las realizaciones preferidas, la información de configuración, por ejemplo, en forma de un mapa de canal, puede proporcionarse a la unidad de nodo de extremo de recepción 400 periódicamente, o bien en un canal de luz por defecto exclusivo o en cada uno de los canales de luz. Como alternativa, la información podría fijarse o introducirse a través de otros medios en el dispositivo de recepción, por ejemplo a través de otra conexión (por ejemplo, VLC, FSO, RF, RFID, etc.) cuando la unidad de nodo de extremo móvil 400 entra en un respectivo espacio de un edificio.

40 En una red de control de iluminación bidireccional, en la que el sistema puede reenviar datos a y recibir datos desde el dispositivo de recepción 401, la unidad de nodo de extremo de recepción se habilita para encontrar sus datos consultando la información de configuración de canal, por ejemplo, un mapa de canal. Otro método es proporcionar la información periódicamente, o bien en un canal de luz por defecto exclusivo o bien en cada uno de los canales de luz.

Como alternativa, la información sobre la configuración de canal podría fijarse o introducirse como una tabla a través de otros medios en el dispositivo de recepción, por ejemplo a través de otra conexión (por ejemplo, VLC, FSO, RF, RFID, etc.) cuando la unidad de nodo de extremo móvil 401 entra en un respectivo espacio de dicho edificio.

- 5 Mientras la invención se ha ilustrado y descrito en detalle en los dibujos y en la anterior descripción, tal ilustración y descripción deben considerarse ilustrativas o como ejemplo y no restrictivas; la invención no se limita a las realizaciones divulgadas. Otras variaciones a las realizaciones desveladas pueden entenderse y efectuarse por los expertos en la materia al poner en práctica la invención reivindicada, a partir de un estudio de los dibujos, la divulgación y las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, la expresión "que comprende" no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido "un" o "una" no excluye una pluralidad. 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. Cualesquiera signos de referencia en las reivindicaciones no deberían interpretarse como que limitan el alcance.
- 10

REIVINDICACIONES

1. Accionador de iluminación (301) para comunicar inalámbricamente datos desde una unidad de nodo de origen acoplada comunicativamente con el accionador de iluminación a una unidad de nodo de extremo de datos a través de ondas de luz, en el que el accionador de iluminación (301) comprende una interfaz de red para recibir una definición de trayectoria de datos temporal que asigna el accionador de iluminación (301) como unidad de inyección de datos seleccionada para embeber datos desde la unidad de nodo de origen en ondas de luz para su emisión a la unidad de nodo de extremo de datos y una configuración de canal de luz que asigna respectivos canales de luz a respectivas unidades de nodo de extremo de datos que incluyen la unidad de nodo de extremo de datos de acuerdo con un plan de control de aplicación que coordina la operación de una pluralidad de accionadores de iluminación, y un módulo de configuración configurado para asignar un canal de luz a la unidad de nodo de extremo de datos de acuerdo con la configuración de canal de luz recibida por el accionador de iluminación (301), en el que la comunicación de datos direccionada a la unidad de nodo de extremo de datos y recibida de acuerdo con la definición de trayectoria de datos temporal se reenvía a la unidad de nodo de extremo de datos usando el canal de luz asignado.
2. Accionador de iluminación (301) de acuerdo con la reivindicación 1, comprendiendo adicionalmente un detector de luz (302) para recibir datos embebidos en ondas de luz desde la unidad de nodo de extremo de datos.
3. Accionador de iluminación (301) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la unidad de nodo de extremo de datos es una primera unidad de extremo de datos y el canal de luz es un primer canal de luz, y en el que la interfaz de red se configura para recibir una segunda definición de trayectoria de datos temporal que asigna el accionador de iluminación (301) como unidad de inyección de datos seleccionada para embeber segundos datos desde una unidad de nodo de origen en ondas de luz para emisión a la segunda unidad de nodo de extremo de datos, y en el que la configuración de canal de luz comprende datos de configuración de canal de luz para la segunda unidad de nodo de extremo de datos; y en el que el módulo de configuración se configura para:
 - (i) asignar un segundo canal de luz a la segunda unidad de nodo de extremo de datos de acuerdo con la configuración de canal de luz, en el que la comunicación de datos recibida de acuerdo con la segunda definición de trayectoria de datos temporal se reenvía a la unidad de nodo de extremo de datos usando el segundo canal de luz asignado, siendo el segundo canal de luz diferente del primer canal de luz; o
 - (ii) asignar el primer canal de luz a la segunda unidad de nodo de extremo de datos de acuerdo con la configuración de canal de luz, en el que la comunicación de datos recibida de acuerdo con la primera y segunda definición de trayectoria de datos temporal se multiplexa y reenvía a la primera y segunda unidades de nodo de extremo de datos usando el primer canal de luz asignado.
4. Accionador de iluminación (301) de acuerdo con la reivindicación 3, configurándose adicionalmente para transmitir información a las respectivas unidades de nodo de extremo de datos indicativas de un esquema de codificación aplicado a los datos.
5. Accionador de iluminación (301) de acuerdo con la reivindicación 1, comprendiendo adicionalmente una o más fuentes de luz para emitir luz a un detector de luz (302) acoplado comunicativamente a una unidad de nodo de extremo de datos y/o en el que el accionador de iluminación (301) comprende uno o más detectores de luz para detectar luz desde un emisor de luz acoplado comunicativamente a la unidad de nodo de extremo de datos.
6. Accionador de iluminación (301) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el canal de luz es un canal definido por una frecuencia predeterminada, un número predeterminado de fuentes de luz dentro de un accesorio de iluminación, un nivel de intensidad predeterminada de la señal de luz o una combinación de los mismos.
7. Sistema para comunicar datos embebidos en ondas de luz a una unidad de nodo de extremo de datos, que comprende uno o más accionadores de iluminación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores; y una unidad de control para asignar dinámicamente configuraciones de canal de luz asociadas con respectivas definiciones de trayectoria de datos al uno o más accionadores de iluminación de acuerdo con un plan de control de aplicación.
8. Método para comunicar datos desde una unidad de nodo de origen a una unidad de nodo de extremo de datos, en el que la unidad de nodo de origen se acopla comunicativamente a un accionador de iluminación (301) capaz de embeber los datos en ondas de luz que pueden recibirse por la unidad de nodo de extremo de datos, que comprende recibir una definición de trayectoria de datos temporal que asigna el accionador de iluminación (301) como unidad de inyección de datos seleccionada para embeber datos desde la unidad de nodo de origen en ondas de luz para su emisión a la unidad de nodo de extremo de datos y una configuración de canal de luz que asigna respectivos canales de luz a respectivas unidades de nodo de extremo de datos que incluyen la unidad de nodo de extremo de datos de acuerdo con un plan de control de aplicación que coordina la operación de una pluralidad de accionadores de iluminación;

asignar un canal de luz a la unidad de nodo de extremo de datos de acuerdo con la configuración de canal de luz recibida por el accionador de iluminación (301), en el que la comunicación de datos direccionada a la unidad de nodo de extremo de datos y recibida de acuerdo con la definición de trayectoria de datos temporal se reenvía a la unidad de nodo de extremo de datos usando el canal de luz asignado.

5
9. Método de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la unidad de nodo de extremo de datos es una primera unidad de nodo de extremo de datos y el canal de luz es un primer canal de luz, comprendiendo adicionalmente recibir una segunda definición de trayectoria de datos temporal que asigna el accionador de iluminación (301) como unidad de inyección de datos seleccionada para embeber segundos datos desde una unidad de nodo de origen en ondas de luz para emisión a la segunda unidad de nodo de extremo de datos, y en el que
10 la configuración de canal de luz comprende además datos de configuración de canal de luz para la segunda unidad de nodo de extremo de datos; y

15 (i) asignar un segundo canal de luz a la segunda unidad de nodo de extremo de datos de acuerdo con la configuración de canal de luz, en el que la comunicación de datos recibida de acuerdo con la segunda definición de trayectoria de datos temporal se reenvía a la unidad de nodo de extremo de datos usando el segundo canal de luz asignado, siendo el segundo canal de luz diferente del primer canal de luz; o
(ii) asignar el primer canal de luz a la segunda unidad de nodo de extremo de datos de acuerdo con la configuración de canal de luz, en el que la comunicación de datos recibida de acuerdo con la primera y segunda definición de
20 trayectoria de datos temporal se multiplexa y reenvía a la primera y segunda unidades de nodo de extremo de datos usando el primer canal de luz asignado.

10. Método de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, comprendiendo adicionalmente transmitir información a las respectivas unidades de nodo de extremo de datos indicativa de un esquema de codificación aplicado a los datos.

25 11. Método de acuerdo con la reivindicación 8, comprendiendo adicionalmente recibir datos desde la unidad de nodo de extremo de datos embebidos en ondas de luz.

30 12. Método de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el canal de luz es un canal definido por una frecuencia predeterminada, un número predeterminado de fuentes de luz dentro de un accesorio de iluminación, un nivel de intensidad predeterminada de la señal de luz o una combinación de los mismos.

35 13. Un programa informático ejecutable en una unidad de procesamiento de un accionador de iluminación (301) capaz de embeber datos en ondas de luz que pueden recibirse por una unidad de nodo de extremo de datos, comprendiendo el programa informático medios de código de programa para provocar que la unidad de procesamiento efectúe un método como se define en las reivindicaciones 8-12 cuando el programa informático se ejecuta en la unidad de procesamiento.

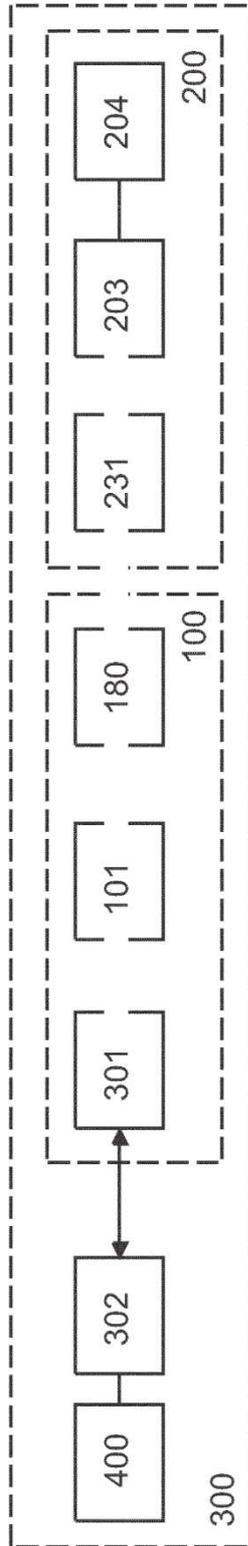


FIG. 1

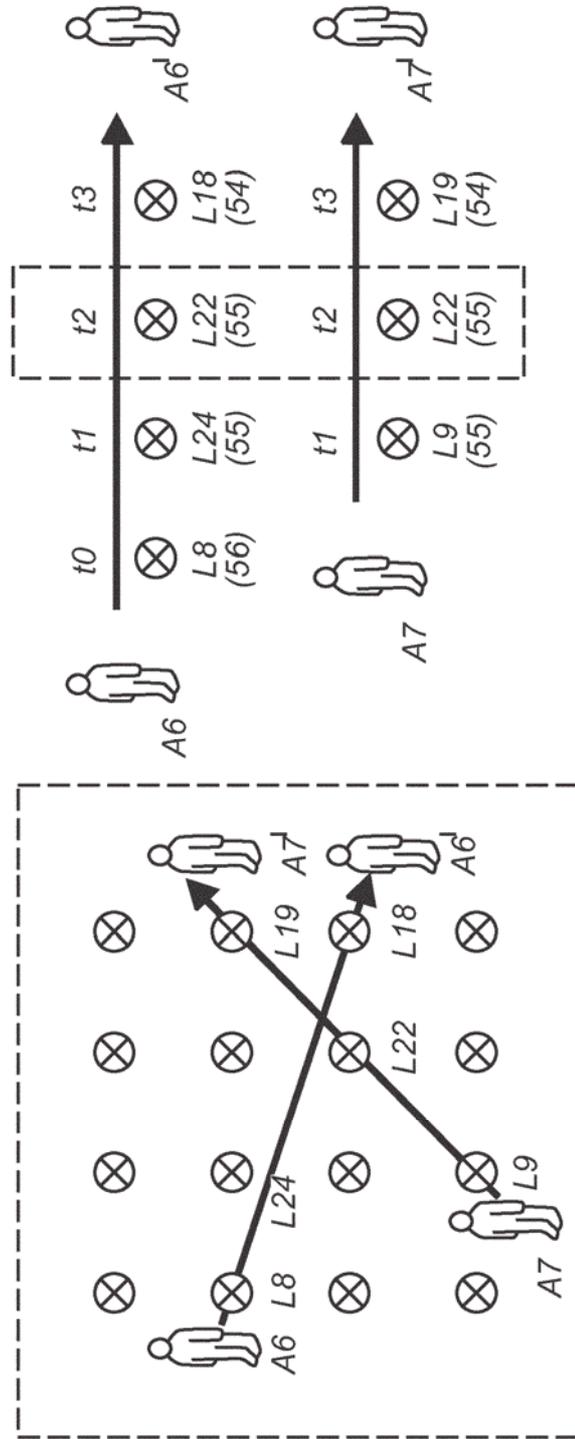


FIG. 2

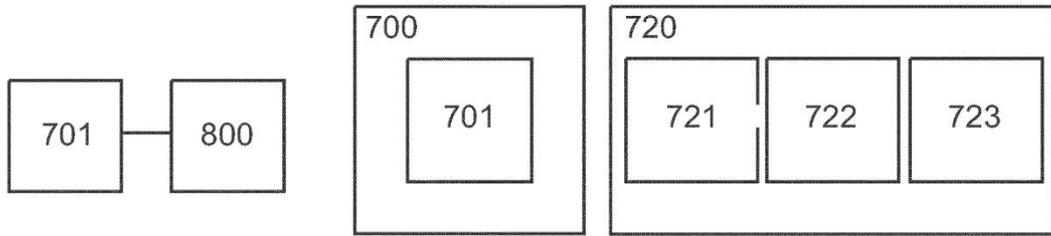


FIG. 3

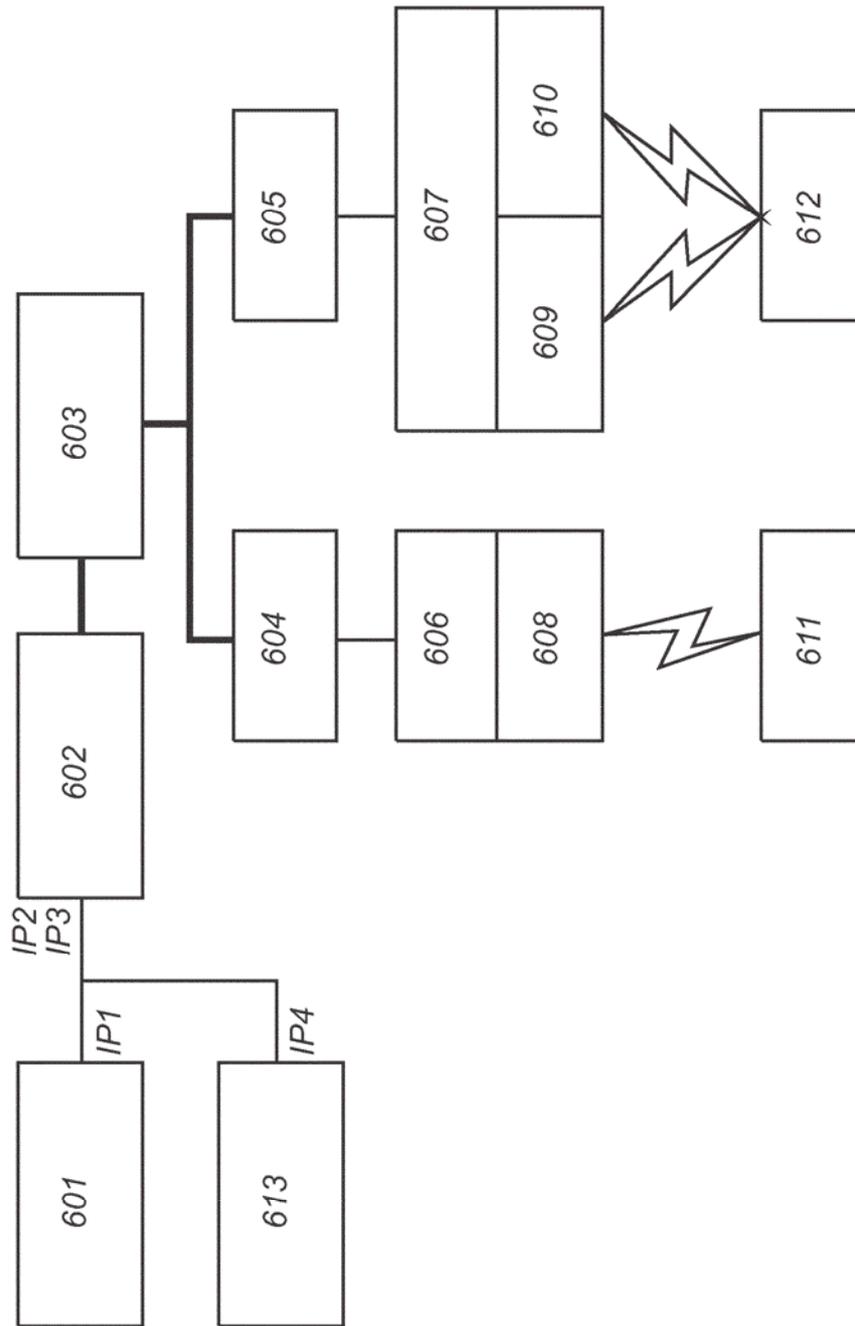


FIG. 4

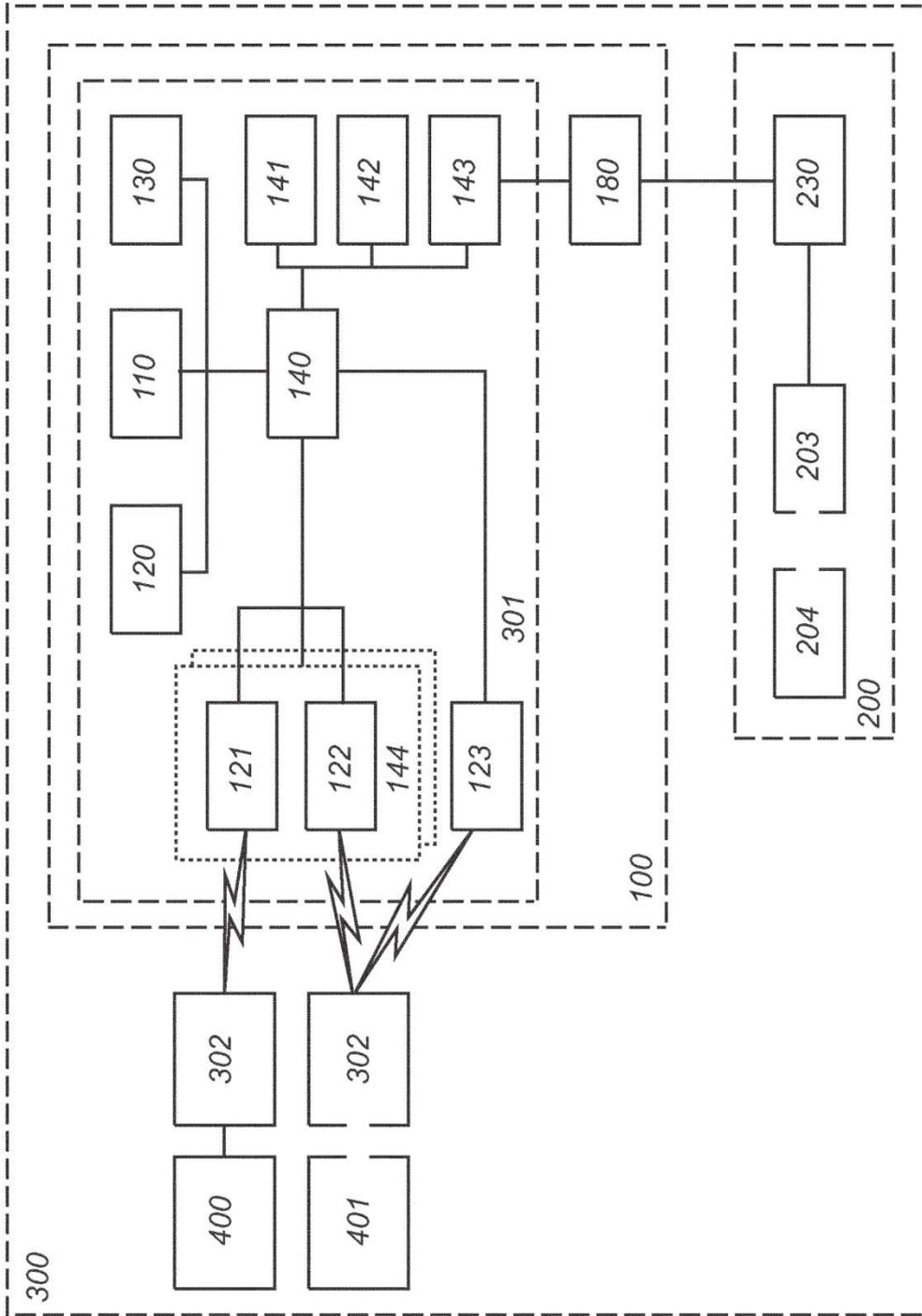


FIG. 5