

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 971 261**

51 Int. Cl.:

**H05B 47/105** (2010.01)

**H05B 47/19** (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.04.2012** **E 20158376 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.12.2023** **EP 3678455**

54 Título: **Redes de iluminación distribuidas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**04.06.2024**

73 Titular/es:

**SCHRÉDER S.A. (100.0%)**  
**Rue de Lusambo 67**  
**1190 Brussels, BE**

72 Inventor/es:

**SCHRÖDER, HELMUT y**  
**BRAND, DANIEL**

74 Agente/Representante:

**DEL VALLE VALIENTE, Sonia**

**ES 2 971 261 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

Redes de iluminación distribuidas

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a redes de iluminación distribuidas y se refiere más particularmente a redes de iluminación autónomas.

10 **Antecedentes de la invención**

Es conocido el uso de sistemas de iluminación en áreas grandes en las que la iluminación está agrupada para su operación. Uno de tales sistemas se describe en el documento EP-A-1239704. En el sistema descrito en EP-A-1239704, una unidad de control central controla una pluralidad de áreas localizadas, ya sea directamente mediante conexión con una carga dentro de cada área localizada, o mediante una unidad de control de soporte conectada a una carga en una o más áreas localizadas. La carga corresponde en este caso a un grupo de circuitos que proporciona la iluminación. La gestión de los grupos de circuitos locales se logra usando redes de radiofrecuencia (RF). Sin embargo, la unidad de control y las unidades de control de soporte siempre están operativas durante todo el tiempo que el sistema de iluminación está encendido, es decir, iluminando al menos una de las áreas localizadas.

20 Brian Chemel y col. (“Modular lighting systems”, WO2009/129232A1) describen un método y sistema para diseñar sistemas de iluminación inteligentes mejorados basados en LED. Los sistemas de iluminación basados en LED pueden incluir apliques con una o más barras de luces LED giratorias, sensores integrados, inteligencia integrada para recibir señales de las barras de luces LED y barras de luces LED de control, y una conectividad de red en malla con otros apliques.

25 **Resumen de la invención**

30 Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un nodo de controlador extraíble para configurar una red de iluminación distribuida autónoma según la reivindicación 1. Se describen realizaciones ventajosas en las reivindicaciones dependientes.

35 Se puede proporcionar una red de iluminación distribuida en la que los elementos de iluminación y sensores están distribuidos a través de toda la red, operando cada elemento de iluminación independientemente de cualquier otro elemento de iluminación.

Además, se puede proporcionar una red de iluminación distribuida autónoma que, durante la operación normal, no requiere un controlador central.

40 Además, se puede proporcionar una red de iluminación distribuida que comprende: una pluralidad de luminarias; al menos un dispositivo de sensor; y una red de comunicaciones; caracterizado por que cada luminaria comprende un nodo de luminaria conectado a la red de comunicaciones para recibir mensajes de difusión desde la misma, y cada dispositivo de sensor está asociado con un nodo de sensor conectado a la red de comunicaciones para transmitir mensajes de difusión a la misma; y por que cada nodo de sensor transmite un mensaje de difusión a la red de comunicaciones en respuesta a que un evento es detectado por un dispositivo de sensor asociado.

Se apreciará que, los dispositivos de sensor pueden operar para detectar diferentes condiciones y cada una de estas condiciones se denomina en la presente memoria “un evento”.

50 Cada luminaria puede tener un perfil de atenuación en reposo y un perfil de atenuación de evento, anulando el perfil de atenuación de evento el perfil de atenuación en reposo según un mensaje de difusión apropiado recibido en su nodo de luminaria respectivo.

55 Las expresiones “perfil de atenuación en reposo” y “perfil de atenuación de evento” se refieren respectivamente al perfil de iluminación normal de una luminaria según un ciclo de 24 horas y a un perfil de iluminación temporal que se necesita en la detección de un evento.

El perfil de atenuación en reposo es ajustable según los cambios estacionales. Esto garantiza que se proporcionen los niveles de iluminación correctos en todas las épocas del año.

60 El perfil de atenuación de evento puede comprender un nivel de iluminación aumentado. En una realización, el perfil de atenuación de evento comprende un período de rampa ascendente desde el nivel de iluminación del perfil de atenuación en reposo. El período de rampa ascendente puede ir seguido de un período de retención, que, a su vez, va seguido de un período de rampa descendente.

65

Se apreciará que durante, el período de rampa ascendente, el nivel de iluminación aumenta gradualmente, durante un período de tiempo predeterminado, hasta alcanzar el nivel elevado deseado. Durante el período de retención, el nivel de iluminación se mantiene en el nivel elevado durante un período de tiempo predeterminado. Durante el período de rampa descendente, el nivel de iluminación disminuye gradualmente, durante un período de tiempo predeterminado, hasta que se alcanza el nivel de iluminación del perfil de atenuación en reposo para esa hora particular del día. En este punto, el perfil de atenuación de evento ya no anula más el perfil de atenuación en reposo.

Preferiblemente, cada luminaria tiene una matriz de responsabilidad de sensor que comprende al menos un dispositivo de sensor al que ha de responder la luminaria. En una realización, el dispositivo de sensor puede comprender un sensor de movimiento que genera una señal de evento según un movimiento detectado, iniciando la señal de evento un mensaje de difusión desde la red de comunicaciones desde el nodo de sensor asociado.

Idealmente, el mensaje de difusión se transmite a cada luminaria a través de su respectivo nodo de luminaria. En una realización, cada nodo de luminaria opera únicamente en un modo de recepción para recibir mensajes de difusión desde la red de comunicaciones.

Cada nodo de luminaria puede controlar la operación de los circuitos accionadores para su respectiva luminaria.

La red de iluminación distribuida además puede comprender un nodo de temporizador operable para sincronizar el tiempo de cada luminaria dentro de la red a través de su respectivo nodo de luminaria.

Además, la red además puede comprender un nodo de controlador extraíble para configurar la red. El nodo de controlador puede asignar parámetros a cada nodo de luminaria y a cada nodo de sensor en la configuración a través de la red de comunicaciones. Tales parámetros pueden incluir perfiles de atenuación en reposo, perfiles de atenuación de eventos y matrices de responsabilidad de sensor para las luminarias y la asignación de sensores a los nodos de sensor. Además, el nodo de controlador extraíble puede usarse para el mantenimiento de la red.

#### Breve descripción de las figuras

Para una mejor comprensión de la presente invención, ahora se hará referencia, únicamente a modo de ejemplo, a los dibujos adjuntos en los que:

La Figura 1 ilustra una red de iluminación distribuida según la presente invención.

#### Descripción de la invención

La presente invención se describirá con respecto a realizaciones particulares y haciendo referencia a ciertas figuras, pero la invención no está limitada a los mismos. Las figuras descritas son solo esquemáticas y no son limitantes. En las figuras, el tamaño de algunos de los elementos puede haberse exagerado y no haberse dibujado a escala con fines ilustrativos.

Son bien conocidas las luminarias para iluminar áreas grandes y pueden usarse, por ejemplo, para iluminación callejera. Cada luminaria comprende una pluralidad de elementos de diodos emisores de luz (LED), un circuito accionador para controlar la operación de los LED y un controlador de luminaria que controla el circuito accionador y, por tanto, la operación de los LED.

A continuación, se describirá una red de iluminación distribuida que comprende una pluralidad de nodos, siendo cada nodo operable para transmitir señales de difusión a una red de comunicaciones o para recibir señales de difusión desde la red de comunicaciones como se describirá con más detalle a continuación. Los nodos incluyen nodos de elementos de iluminación, por ejemplo, nodos de luminarias y nodos de sensor conectados a dispositivos de sensor que detectan las condiciones ambientales. En algunas realizaciones, los nodos de temporizador también están incluidos en la red de iluminación como se describirá con más detalle a continuación.

Cada luminaria está conectada a un nodo de luminaria asociado en la red y es controlada de esta manera en relación con las señales de difusión en la red de comunicaciones. Cada luminaria tiene su propio perfil de atenuación en reposo, que es un ciclo de 24 horas de niveles de iluminación que ha de proporcionarse por la luminaria. El perfil de atenuación en reposo puede almacenarse en el controlador de luminaria, el nodo de luminaria o tanto el controlador de luminaria como el nodo de luminaria dependiendo de la funcionalidad del controlador de luminaria implementado como parte de la red de iluminación.

Cada dispositivo de sensor está conectado a un nodo de sensor asociado, y cada nodo de sensor puede estar conectado a más de un dispositivo de sensor y actúa como un enrutador para transmitir señales desde dispositivos de sensor individuales como mensajes de difusión a la red de comunicaciones.

Si hay un nodo de temporizador presente en la red de iluminación, el perfil de atenuación en reposo tendrá temporizaciones precisas de atenuación y conmutación, ya que el nodo de temporizador proporciona señales de

sincronización en mensajes de difusión en la red de comunicaciones. Las luminarias usan estos mensajes difundidos para ajustar su perfil de atenuación en reposo para que sea correcto con respecto a la estación.

Si no hay ningún nodo de temporizador presente en la red de iluminación, la red de suministro se APAGARÁ durante el día y se ENCENDERÁ durante la noche. Cada nodo de luminaria puede determinar un valor de “media noche” después de algunos ciclos de ENCENDIDO/APAGADO. El perfil de atenuación en reposo se alinea con respecto a este valor de “media noche” con, por ejemplo, una atenuación al 50 % durante dos horas antes y tres horas después de la “media noche”. Se apreciará que esto no es tan preciso como si estuviera presente un nodo de temporizador, sino que puede usarse en caso de fallo del nodo de temporizador. En varios países, la red eléctrica usada para alimentar las luminarias está permanentemente ENCENDIDA, lo que significa que cualquier red es responsable de ENCENDER las luminarias durante los períodos apropiados de la noche y de ajustar los perfiles de atenuación en reposo predeterminados de las luminarias según una secuencia preprogramada. Esto significa que los circuitos accionadores para accionar los LED de las luminarias están controlados por el controlador de luminarias para proporcionar las operaciones de conmutación y atenuación requeridas.

Una manera de controlar los circuitos accionadores de LED es APAGAR completamente el circuito accionador durante el día si se proporciona un conmutador antes del circuito accionador. En este punto, se requiere un relé de conmutación que incluya una interfaz de ZigBee que pueda conmutar la alimentación de red eléctrica y que tenga el nivel de aislamiento requerido.

ZigBee es una marca registrada de ZigBee Alliance, que proporciona una especificación para un conjunto de protocolos de comunicación de alto nivel en los que se utilizan pequeñas radios digitales de baja potencia basadas en un estándar IEEE 802 para redes de área personal. ZigBee resulta particularmente útil en aplicaciones de radiofrecuencia (RF) en las que se requieran bajas velocidades binarias, una larga duración de la batería y conexiones de red seguras y en las que se requiera una transmisión de datos periódica o intermitente o una única transmisión de señal desde un detector u otro dispositivo de entrada.

Otra manera de controlar los circuitos accionadores de LED es usar una entrada de “0 a 10 V” o una entrada de interfaz de iluminación direccionable digital (DALI). En este caso, la intensidad de salida del circuito de mando se pone a 0 cuando se quiera apagar la luminaria asociada. No obstante, siempre queda una corriente de reposo, que puede variar de un circuito de mando a otro.

DALI es un estándar técnico para sistemas basados en red para el control de la iluminación en edificios. Se estableció como el sucesor de los sistemas de control de iluminación “0 a 10 V”, pero actualmente todavía se usan ambos sistemas. DALI es un estándar abierto que es una alternativa a la interfaz de señales digitales (Digital Signal Interface - DSI) en la que se basa. El estándar DALI incorpora también un protocolo de comunicaciones y una interfaz eléctrica para las redes de control de iluminación.

Una red DALI convencional comprende un controlador y uno o más dispositivos de iluminación, por ejemplo, balastos y atenuadores eléctricos, teniendo cada dispositivo de iluminación una interfaz DALI. El controlador puede monitorizar y controlar cada dispositivo de iluminación por medio de una conexión de datos bidireccional. El protocolo DALI permite que los dispositivos de iluminación se direccionen individualmente, así como en grupos.

En una red DALI, a cada dispositivo de iluminación se le asigna una dirección estática única que está en el rango numérico de 0 a 63, lo que permite que haya 64 dispositivos en un sistema independiente. Alternativamente, DALI puede usarse como un subsistema a través de pasarelas DALI para direccionar más de 64 dispositivos. Se transfieren datos entre el controlador y cada dispositivo por medio de un protocolo serie asíncrono y semidúplex por un bus diferencial de dos hilos con una velocidad de transferencia de datos fija, típicamente de 1200 bits por segundo. La red puede disponerse en una topología de bus o de estrella o en una combinación de las mismas. Como el sistema DALI no está clasificado como sistema de muy baja tensión de seguridad (Separated Extra Low Voltage - SELV), puede hacerse funcionar cerca de los cables de la red eléctrica o dentro de un cable multinúcleo que incluya energía procedente de la red eléctrica. Se transmiten datos utilizando la codificación Manchester (también conocida como codificación de fase) y tiene una gran relación señal-ruido, lo que permite una comunicación fiable en presencia de una gran cantidad de ruido eléctrico.

Una manera alternativa de controlar los circuitos accionadores de LED es usar un sensor de luz para conmutar la fuente de alimentación cuando la luz ambiental cae por debajo de un cierto nivel predeterminado de modo que la luminaria se ENCIENDA y siga su perfil de atenuación en reposo. Sin embargo, esta solución puede no ser eficiente si todas las luminarias no pueden transmitir señales y se prefieren las otras dos formas de controlar los circuitos accionadores de LED como se ha descrito anteriormente.

En otros países, la alimentación de red eléctrica de las luminarias se conmuta entre una configuración diurna o APAGADA y una configuración nocturna o ENCENDIDA. En este punto, la red de iluminación que incluye las luminarias necesita ser lo suficientemente flexible para acomodar elementos adicionales en la red, por ejemplo, nodos de sensor y/o nodos de temporizador, que pueden necesitar estar permanentemente ENCENDIDOS independientemente del estado de las luminarias mismas.

Como se mencionó anteriormente, puede requerirse atenuar cada luminaria según su perfil de atenuación en reposo que depende de la duración de los períodos de oscuridad que cambian según el cambio de las estaciones. Un perfil de atenuación en reposo de este tipo se puede implementar en un nodo que tiene la capacidad de evaluar las condiciones ambientales de modo que la conmutación se implemente correctamente. Esto se puede implementar usando un reloj atómico en tiempo real que determina la hora local real y ajusta los perfiles de atenuación en reposo programados durante el año, usando un controlador de luminaria para controlar los períodos de ENCENDIDO y APAGADO de la luminaria, o para permitir la programación remota de estos períodos a través de un punto de entrada a la red usando una conexión a Internet, por ejemplo.

En una red dada, el perfil de atenuación en reposo puede ser diferente para diferentes luminarias individuales o para diferentes grupos de luminarias. Las luminarias se pueden agrupar según sus perfiles de atenuación en reposo, pero cada luminaria se controla de forma independiente. Esto proporciona ventajas tanto durante la configuración de la red como durante su operación. Por ejemplo, en una calle que tiene un grupo de luminarias para iluminarla y otro grupo de luminarias para iluminar la acera o el camino para peatones y/o ciclistas, los niveles de temporización y atenuación en reposo para cada grupo se pueden configurar y controlar individualmente para optimizar iluminación según la petición.

En algunas áreas, la detección de movimiento se puede usar para aumentar el flujo generado por las luminarias que siguen sus perfiles de atenuación en reposo normales. En este punto, las luminarias que siguen su perfil de atenuación en reposo nocturno preprogramado normal se pueden activar para proporcionar potencia total cuando reciben una señal de un sensor de movimiento al que están programadas para reaccionar. En este caso, el nodo de sensor está asociado con un sensor de movimiento que genera la señal del sensor cuando se detecta movimiento, de modo que la iluminación en las inmediaciones o en la localidad del movimiento detectado se puede aumentar durante una cantidad de tiempo predeterminada, ya sea inmediatamente o gradualmente anulando el perfil de atenuación en reposo normal como se describirá con más detalle a continuación. En este caso, el nodo de sensor dirige la señal del sensor desde el detector de movimiento a la red, de modo que se puede aumentar en consecuencia el nivel de iluminación de la luminaria o luminarias asociadas. Sin embargo, también se pueden utilizar otros tipos de dispositivos de sensor para controlar el aumento de la iluminación o el nivel de iluminación a petición.

Cada nodo de sensor transmite un mensaje de difusión a la red de comunicaciones cuando uno de los sensores con el que está asociado detecta un "evento". Un mensaje de difusión de este tipo proporciona información relacionada con el dispositivo de sensor "activado", es decir, el dispositivo de sensor que ha detectado el evento. Todos los nodos de la red de comunicaciones dentro del alcance reciben el mensaje de difusión, estando determinado el alcance por el número de "saltos" entre nodos que están configurados en la capa ZigBee de cada nodo de sensor. Cada sensor transmite su señal de "sensor activado" a su nodo de sensor asociado inmediatamente y la transmisión del mensaje de difusión se controla según la norma de protocolo ZigBee.

Los nodos de luminaria con los que está asociado el sensor activado se activan para anular los perfiles de atenuación en reposo normales de sus respectivas luminarias para aumentar sus niveles de iluminación durante un período de tiempo predeterminado. Según el estándar de protocolo ZigBee, la temporización de los mensajes de difusión posteriores relacionados con señales "activadas por sensor" se ajusta para evitar colisiones entre señales de datos en la red de comunicaciones.

Como se ha descrito anteriormente, cada nodo de sensor está conectado a al menos un sensor, y, cuando un sensor detecta un "evento" y proporciona una señal de sensor al nodo de sensor asociado, se difunde un mensaje de "sensor activado" correspondiente a la señal de sensor a toda la red de comunicaciones. Sin embargo, únicamente el nodo de luminaria asociado al sensor que detectó el "evento" podrá actuar sobre el mensaje difundido.

Por ejemplo, si un nodo de sensor envía un mensaje de "sensor activado" a la red de comunicaciones para activar la luminaria o luminarias asociadas con el dispositivo de sensor que generó la señal del sensor que proporciona el mensaje de "sensor activado", no se envían mensajes de sensor adicionales durante un período de inhibición predefinido, es decir, el nodo de sensor experimenta un tiempo en espera antes de que pueda transmitir mensajes de "sensor activado" de difusión adicionales cuando se recibe una nueva señal de "sensor activado" desde uno de los dispositivos de sensor asociados con ese nodo de sensor. Si se transmite otro mensaje de "sensor activado" relacionado con el mismo dispositivo de sensor al nodo de sensor, se coloca un mensaje de difusión posterior en la red de comunicaciones y los nodos de luminaria de las luminarias asociadas con el dispositivo de sensor vuelven a tener anulado su perfil de atenuación en reposo normal. Si no se reciben mensajes de difusión adicionales para la luminaria o luminarias cuyos perfiles de atenuación en reposo se han anulado al final de este período de inhibición predefinido, cada luminaria pertinente retorna a su perfil de atenuación en reposo normal hasta que se recibe el siguiente mensaje de difusión de "sensor activado" apropiado en su nodo de luminaria desde la red de comunicaciones.

Cada luminaria está asociada a uno o más dispositivos de sensor y, si su nodo de luminaria asociado recibe un mensaje difundido de que uno de los dispositivos de sensor al que debería reaccionar ha detectado un "evento", el nodo de luminaria configura el accionador de LED asociado a la luminaria respectiva según un "perfil de atenuación de evento" que reemplaza o anula el perfil de atenuación en reposo normal durante un período de tiempo

preprogramado. Por ejemplo, un “perfil de atenuación de evento” puede incluir un período de rampa ascendente en el que se aumenta el nivel de iluminación, ya sea de forma gradual o inmediata, un período de retención que sigue al período de rampa ascendente y en el que el nivel de luz elevado se mantiene durante un período de tiempo predeterminado, y un período de rampa descendente después de que el período de espera haya expirado en el que disminuye el nivel de iluminación, ya sea gradual o inmediatamente, al nivel de iluminación del perfil de atenuación en reposo normal.

Como se ha descrito anteriormente, el perfil de atenuación en reposo se puede almacenar en el controlador de luminaria, el nodo de luminaria o tanto en el controlador de luminaria como en el nodo de luminaria. Esto dependerá de la funcionalidad del controlador de luminarias implementado en la red de iluminación. De manera similar, el perfil de atenuación de evento se puede almacenar en el controlador de luminaria, el nodo de luminaria o tanto en el controlador de luminaria como en el nodo de luminaria. En cualquier caso, se considera que cada “luminaria” tiene un perfil de atenuación en reposo asociado y un perfil de atenuación de evento asociado.

Los dispositivos de sensor se asignan a cada luminaria o grupo de luminarias por un nodo de controlador en una sesión de configuración. El nodo de controlador también se utiliza para la configuración completa de la red de iluminación, como se describirá con más detalle a continuación.

Los tiempos de reacción de la red de comunicaciones son tales que los mensajes difundidos se procesan para mantener la latencia al mínimo. A modo de ejemplo, se prevén tiempos de reacción del orden de 300 ms como máximo.

Volviendo ahora a la Figura 1, se muestra una red de iluminación distribuida 100 según la presente invención. La red 100 comprende una pluralidad de nodos 210, 220, 230, 240, 250, 260 de luminaria, una pluralidad de nodos 310, 320, 330 de sensor, un nodo 110 de temporizador y un nodo 120 de controlador. Como se muestra, los nodos 110, 120, 210, 220, 230, 240, 250, 260, 310, 320, 330 están distribuidos dentro de la red 100 y cada nodo está conectado a al menos otro nodo a través de la red, pero no necesariamente a un nodo del mismo tipo.

Cada nodo de luminaria 210, 220, 230, 240, 250, 260 corresponde a una única luminaria (no mostrada), controlando cada nodo de luminaria un accionador de LED para esa única luminaria. Los nodos de luminaria 210, 220, 230, 240, 250, 260 están programados para recibir algunos parámetros de configuración, por ejemplo, una lista de dispositivos de sensor a los que debe reaccionar cada nodo de luminaria 210, 220, 230, 240, 250, 260, un perfil de atenuación en reposo normal y un perfil de atenuación de evento que incluye una planificación para tiempos en reposo y detección de “eventos”. En esta realización, los nodos 210, 220, 230, 240, 250, 260 de luminaria operan en modo de “únicamente recepción” y, por lo tanto, no envían ninguna información desde las luminarias a otros nodos de la red. Sin embargo, se apreciará que, en otras implementaciones de una red distribuida según la presente invención, los nodos de luminaria pueden operar tanto en modo de “recepción” como en modo de “transmisión”.

Cada nodo 310, 320, 330 de sensor está asociado con un único dispositivo de sensor o un grupo de dispositivos de sensor (no mostrados) y recibe señales relacionadas con “eventos” detectados de cada dispositivo de sensor asociado con él. Una vez que se recibe una señal de detección de “evento” en un nodo 310, 320, 330 de sensor, el nodo de sensor pertinente difunde un mensaje de “sensor activado” a través de la red de comunicaciones como se ha descrito anteriormente. El mensaje de “sensor activado” incluye la identificación (ID) del nodo de sensor desde el que se origina el mensaje de difusión, así como el dispositivo de sensor particular que ha sido activado por el “evento”. Se apreciará que, más de un dispositivo de sensor puede ser activado por un “evento” y, en ese caso, el mensaje de difusión incluirá detalles de todos los dispositivos de sensor activados asociados con la ID de nodo de sensor particular. Todos los nodos 210, 220, 230, 240, 250, 260 de luminaria dentro del alcance de la difusión recibirán la misma información y cada nodo de luminaria que recibe la difusión comparará esta información de este dispositivo de sensor con su matriz de responsabilidad de sensor preconfigurada para determinar si necesita activar su luminaria para que reaccione a la información de dispositivo de sensor. Si la información de dispositivo de sensor se origina desde un dispositivo de sensor incluido en la matriz de responsabilidad de sensor, el perfil de atenuación en reposo normal de la luminaria se anulará con su perfil de atenuación de evento.

El nodo 110 de temporizador es responsable de difundir una indicación de tiempo a la red de comunicaciones para que cada nodo de luminaria pueda sincronizar la fecha y la hora de modo que su perfil de atenuación en reposo asociado pueda implementarse correctamente.

El nodo 120 de controlador únicamente se usa durante la configuración inicial de la red 100 de iluminación y durante el mantenimiento de la misma. El nodo 120 de controlador comprende un dispositivo portátil, por ejemplo, un ordenador portátil con un transceptor de ZigBee que se conecta a la red 100 según sea necesario para la configuración y el mantenimiento.

La red 100 está diseñada para ser autónoma en su operación, pero es necesario usar el nodo 120 de controlador para garantizar que la red esté configurada correctamente, es decir, cada luminaria esté configurada según su configuración de temporizaciones, perfil de atenuación en reposo, perfil de atenuación de evento y matriz de responsabilidad de sensor. Durante la configuración de la red, el ordenador del nodo 120 de controlador utiliza un programa específico para implementar lo siguiente dentro de la red 100:

- Detección e identificación apropiadas de todos los dispositivos o elementos de la red 100;
- Asignación de identificadores únicos, por ejemplo, L1, L2, etc. para nodos de luminaria, S1, S2, etc., para nodos de sensor y T1, T2, etc., para nodos de temporizador; y
- Programación de los nodos de luminaria según la lista de sensores para los que necesitan proporcionar una respuesta y también con el perfil de atenuación de “evento” que necesita seguirse cuando se recibe un mensaje de difusión de “sensor activado” de uno de sus sensores asociados a través de la red de comunicaciones.

Naturalmente, esta lista de parámetros de configuración no es exhaustiva y puede adaptarse a la red particular que se esté configurando.

Una vez que la red 100 está configurada apropiadamente, el nodo 120 de controlador se desconecta y se retira, y los nodos restantes en la red 100 de iluminación conservan sus parámetros asignados. A través de la identificación de red de comunicaciones, los mensajes de difusión únicamente están disponibles para todos los elementos de nodo dentro de la red de iluminación. Como se ha descrito anteriormente, dependiendo del tipo de elemento de nodo, operarán según sus enlaces asociados retenidos.

Una vez en servicio, la red garantiza que los mensajes de los nodos de sensor y/o nodos de temporizador se difunden correctamente a los nodos de luminarias. Esta comunicación es unidireccional con respecto a los modos de luminaria como se ha descrito anteriormente, ya que no se pueden originar mensajes en un modo de luminaria para su transmisión desde el mismo a la red. Como se ha descrito anteriormente, la red utiliza el modo de difusión de transmisión según el estándar de protocolo ZigBee. Esto permite un enrutamiento rápido de mensajes de difusión y al mismo tiempo evita la necesidad de un controlador de red para la operación normal. Se mantiene un registro de los parámetros de la red para uso futuro si se requiere mantenimiento. El registro comprende todos los nodos dispuestos en un mapa que muestra los detalles de sus respectivas ubicaciones. A partir de este mapa, es relativamente sencillo construir una matriz de asignación de sensor-luminaria. Naturalmente, puede ser necesario actualizar la red y la asignación correcta de direcciones de nodo a números de ID ayudará en el caso de que sea necesario reemplazar un nodo.

La red incluye estrategias integradas en caso de fallo de comunicación del nodo, por ejemplo, debido a una mala transmisión de RF o al fallo de un nodo, lo que deja a algunos nodos sin un enlace de comunicación.

En caso de falla de sensor, los nodos de luminaria están programados para seguir el perfil de atenuación en reposo proporcionado por el nodo de temporización. Se comprenderá que esta estrategia puede conducir a situaciones inaceptables en términos de seguridad. Si este es el caso, el nodo de luminaria se puede programar para accionar su luminaria respectiva para mantener la potencia total si no ha recibido ningún mensaje de un dispositivo de sensor dentro de un período predeterminado.

En caso de fallo de la luminaria, como los nodos de la luminaria funcionan en modo de “únicamente recepción”, el problema únicamente puede abordarse durante un ciclo de mantenimiento. Cuando el nodo de controlador está conectado a la red, se puede diagnosticar una conexión perdida debido a una luminaria, un nodo de luminaria, un dispositivo de sensor, un nodo de sensor y/o un nodo de temporizador fallidos y se pueden tomar medidas correctivas.

En una realización de la presente invención, los nodos de sensor pueden comprender transceptores ZigBee, ya que únicamente necesitan transmitir mensajes de difusión relacionados con un dispositivo de sensor que ha detectado un “evento”. Sin embargo, en una realización más avanzada, el nodo de sensor puede ser una caja protegida por protocolo de Internet (IP) que incluye un módulo ZigBee con una fuente de alimentación para alimentar tanto el nodo de sensor como el módulo ZigBee. Alternativamente, el nodo de sensor puede estar ubicado fuera de la caja de transmisión y tener su propia carcasa. En otra alternativa, el nodo de sensor puede ser interno a la caja de transmisión y puede comprender un dispositivo de infrarrojos pasivo sencillo.

Los dispositivos de sensor pueden integrarse en una carcasa estética montada en el poste de la luminaria o pueden integrarse en un espacio dentro de la propia luminaria.

El nodo de temporización incluye algunas capacidades de reloj en tiempo real que pueden proporcionarse por un sistema de posicionamiento global (GPS) o un receptor de tiempo DCF77. El receptor de tiempo DCF77 utiliza señales de onda larga generadas a una frecuencia de 77,5 kHz (DCF significa Alemania (D), señal de onda larga (C) y Frankfurt (F)) y se usa comúnmente para configurar la hora de relojes de radio y relojes automáticamente. El nodo de temporización también incluye algunos componentes electrónicos adicionales, por ejemplo, un microprocesador, para recibir los perfiles de atenuación en reposo desde el nodo de controlador durante la configuración y para enviar mensajes de difusión a las luminarias para controlar sus perfiles de atenuación en reposo.

El nodo de luminaria puede ser un dispositivo “PiCo” que tiene una salida '0 a 10 V' o una salida DALI para accionar todos los LED de atenuación y los accionadores de dispositivo de interfaz humana (HID). Un dispositivo “PiCo” es un

controlador de luminaria que incluye una fotocélula que detecta las condiciones ambientales y proporciona señales de control de atenuación adicionales según las condiciones detectadas. Además, un dispositivo "PiCo" puede incluir capacidad de medición de energía.

- 5 El nodo de controlador se puede implementar fácilmente usando un transceptor de ZigBee disponible en el mercado que se puede conectar a un ordenador.

Aunque la presente invención se ha descrito con referencia a una implementación particular, se apreciará que también son posibles otras implementaciones.

10

REIVINDICACIONES

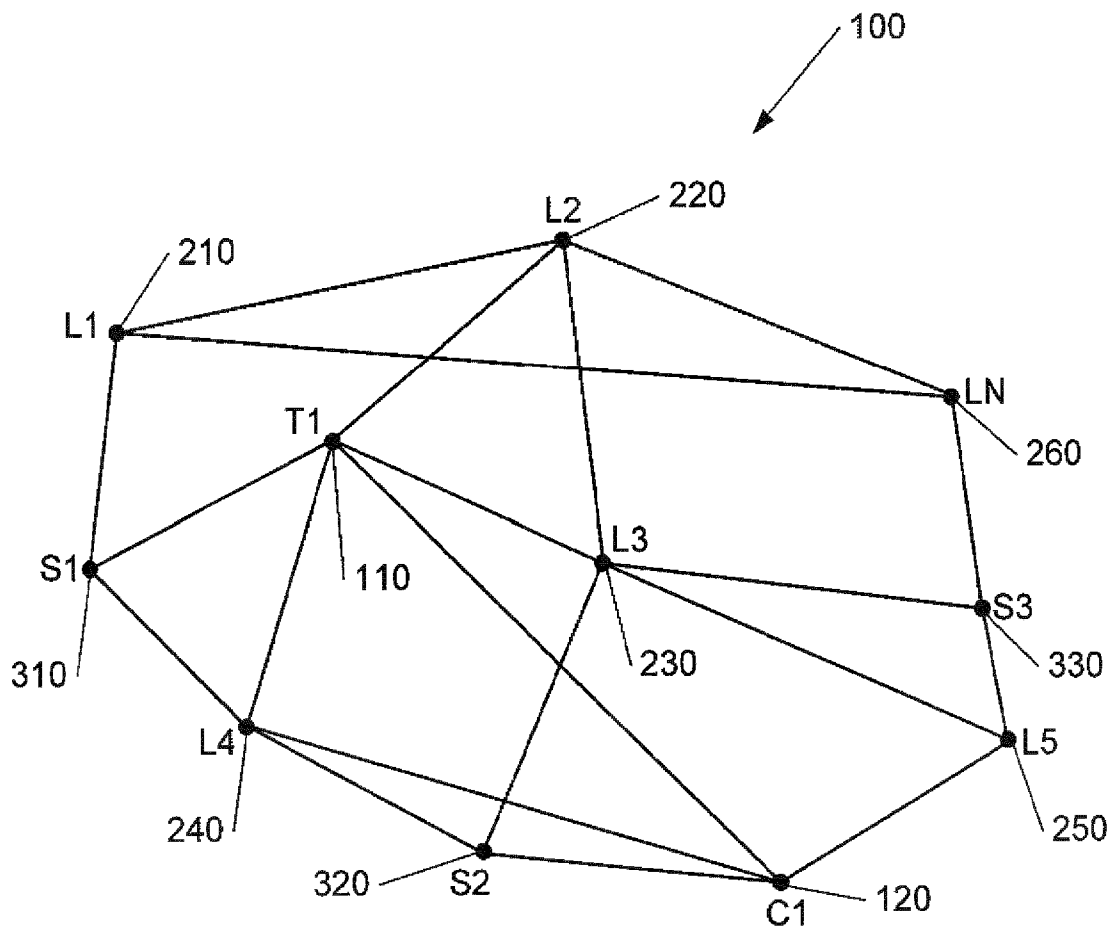
1. Un nodo (120) de controlador extraíble para configurar una red (100) de iluminación distribuida autónoma que, durante la operación normal, no requiere un controlador central, comprendiendo dicha red de iluminación distribuida autónoma luminarias que comprenden cada una un nodo (210, 220, 230, 240, 250, 280) de luminaria, estando cada uno de los dispositivos de sensor asociado con un nodo (310, 320, 330) de sensor y una red de comunicación; en donde el nodo de controlador extraíble está configurado para asignar parámetros a cada nodo de luminaria y cada nodo de sensor en la configuración a través de la red de comunicaciones, incluyendo dichos parámetros:
  - la asignación de dispositivos de sensor a los nodos de sensor y, para cada nodo de luminaria,
    - un perfil de atenuación en reposo,
    - un perfil de atenuación de evento y
    - una matriz de responsabilidad de sensor, enumerando cada una de dichas matrices de responsabilidad de sensor los dispositivos de sensor para los que el perfil de atenuación en reposo de la luminaria del nodo de luminaria correspondiente se anulará con su perfil de atenuación de evento cuando se recibe desde un nodo de sensor un mensaje de difusión que incluye información sobre uno o más dispositivos de sensor que han sido activados por un evento; en donde el nodo (120) de controlador comprende un ordenador portátil configurado para utilizar un programa específico para implementar lo siguiente dentro de la red (100) de iluminación:
      - detección e identificación de todas dichas luminarias y dispositivos de sensor en la red (100) de iluminación;
      - asignación de identificadores únicos para los nodos de luminaria (L1, L2) y para los nodos de sensor (S1, S2); y
      - programación de los nodos de luminaria según la matriz de responsabilidad de sensor y también según el perfil de atenuación de evento que necesita seguirse cuando se recibe desde un nodo de sensor de dichos nodos de sensor un mensaje de difusión que incluye información sobre uno o más dispositivos de sensor asociados que han sido activados por un evento;
      - en donde el nodo de controlador está configurado de manera que, una vez configurada la red de iluminación, el nodo de controlador se desconecta y se retira y los nodos de luminaria y los nodos de sensor conservan sus parámetros asignados.
2. El nodo de controlador extraíble de la reivindicación anterior, en donde la red además comprende nodos de temporizador operables para sincronizar el tiempo de cada luminaria dentro de la red de iluminación a través de su respectivo nodo de luminaria; en donde el programa específico además se implementa para la asignación de identificadores únicos para los nodos de temporizador (T1, T2).
3. El nodo de controlador extraíble de la reivindicación anterior, en donde el nodo de controlador está configurado para programar los nodos de luminaria y los nodos de sensor de manera que el mensaje de difusión se envía a través de un protocolo de comunicación según ZigBee usando radios digitales pequeñas y de baja potencia basadas en un estándar IEEE 802 para redes de área personal.
4. El nodo de controlador extraíble de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el perfil de atenuación de evento comprende un nivel de iluminación aumentado.
5. El nodo de controlador extraíble de la reivindicación anterior, en donde el perfil de atenuación de evento comprende un período de rampa ascendente desde el nivel de iluminación del perfil de atenuación en reposo.
6. El nodo de controlador extraíble de la reivindicación anterior, en donde el perfil de atenuación de evento comprende un período de retención después del período de rampa ascendente.
7. El nodo de controlador extraíble de la reivindicación anterior, en donde el perfil de atenuación de evento comprende un período de rampa descendente después del período de retención.
8. Una red (100) de iluminación distribuida, comprendiendo dicha red de iluminación distribuida:
  - una pluralidad de luminarias;
  - al menos un dispositivo de sensor; y
  - una red de comunicación;
  - un nodo (120) de controlador extraíble de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores;

en donde cada luminaria comprende un nodo (210, 220, 230, 240, 250, 260) de luminaria conectado a la red de comunicaciones para recibir un mensaje de difusión desde un nodo (310, 320, 330) de sensor y para recibir, a través de la red de comunicaciones, en la configuración, los parámetros desde el nodo (120) de controlador extraíble, y cada dispositivo de sensor está asociado con un nodo (310, 320, 330) de sensor conectado a la red de comunicaciones para transmitir el mensaje de difusión al nodo (210, 220, 230, 240, 250, 260) de luminaria y para recibir, a través de la red de comunicaciones, en la configuración, los parámetros desde el nodo (120) de controlador extraíble; en donde cada nodo (310, 320, 330) de sensor está configurado para transmitir el mensaje de difusión a la red de comunicaciones en respuesta a que un evento es detectado por un dispositivo de sensor asociado; y en donde el nodo (210, 220, 230, 240, 250, 260) de luminaria está configurado para, cuando se recibe desde el nodo de sensor un mensaje de difusión que incluye información sobre uno o más dispositivos de sensor enumerados en la matriz de responsabilidad de sensor configurada por el nodo (120) de controlador extraíble, anular el perfil de atenuación en reposo de la luminaria con su perfil de atenuación de evento.

9. La red de iluminación distribuida de la reivindicación anterior, en donde los dispositivos de sensor comprenden un sensor de movimiento que genera una señal de evento según un movimiento detectado, y en donde la red está configurada de manera que la señal de evento inicia el envío de un mensaje de difusión para la red de comunicaciones desde el nodo (310,320,330) de sensor asociado.

10. La red de iluminación distribuida de una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 9, en donde la red está configurada de manera que, si un nodo de sensor envía un mensaje de difusión activado por sensor a la red de comunicaciones para activar la luminaria o luminarias asociadas con el dispositivo de sensor que generó la señal del sensor que proporciona el mensaje de difusión activado por sensor, no se envían mensajes de difusión de sensor adicionales durante un período de inhibición predefinido, es decir, el nodo de sensor experimenta un tiempo en reposo antes de que pueda transmitir mensajes de difusión activados por sensor adicionales cuando se recibe una nueva señal de sensor activado desde uno de los dispositivos de sensor asociados con ese nodo de sensor.

11. La red de iluminación distribuida de la reivindicación anterior, en donde la red está configurada de manera que, si se transmite otro mensaje de difusión activado por sensor relacionado con el mismo dispositivo de sensor al nodo de sensor, se coloca un mensaje posterior en la red de comunicaciones y los nodos de luminaria de las luminarias asociadas con el dispositivo de sensor tienen su perfil de atenuación en reposo normal anulado nuevamente, y de manera que, si no se reciben mensajes de difusión adicionales para la luminaria o luminarias cuyos perfiles de atenuación en reposo han sido anulados al final de este período de inhibición predefinido, cada luminaria pertinente retorna a su perfil de atenuación en reposo normal hasta que se recibe el siguiente mensaje de difusión activado por sensor apropiado en su nodo de luminaria desde la red de comunicaciones.



**Figura 1**