

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 669 202**

51 Int. Cl.:

**H05B 37/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.04.2012 PCT/EP2012/057843**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.10.2013 WO13159831**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.04.2012 E 12721786 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.03.2018 EP 2842395**

54 Título: **Redes de iluminación distribuidas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**24.05.2018**

73 Titular/es:  
**SCHREDER S.A. (100.0%)  
Rue de Lusambo 67  
1190 Bruxelles (Brussels), BE**

72 Inventor/es:  
**SCHRÖDER, HELMUT y  
BRAND, DANIEL**

74 Agente/Representante:  
**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 669 202 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

**Campo de la invención**

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

**Antecedentes de la invención**

10 Se conoce el uso de sistemas de iluminación en áreas grandes en las que la iluminación se agrupa para su utilización. Un sistema de este tipo se describe en el documento EP-A-1239704. En el sistema que se describe en el documento EP-A-1239704, una unidad de control central controla una pluralidad de áreas localizadas o bien directamente mediante la conexión con una carga dentro de cada área localizada o bien a través de una unidad de control de soporte que está conectada con una carga en una o más áreas localizadas. En este caso, la carga se corresponde con un grupo de circuitos que proporciona la iluminación. La gestión de los grupos de circuitos locales se logra usando redes de radiofrecuencia (RF). No obstante, la unidad de control y las unidades de control de soporte siempre se encuentran operativas durante todo el tiempo que el sistema de iluminación está encendido, es decir, iluminando al menos una de las áreas localizadas.

15 El documento US-A-2006/0125426 describe una red de iluminación de múltiples balastos en la que se usa un protocolo de interfaz de iluminación direccionable digital ampliado para controlar el funcionamiento de lámparas que son alimentadas por tales balastos.

20 El documento WO-A-2009/129232 describe un sistema de iluminación modular en el que una red de luminarias se regula mediante parámetros de iluminación almacenados, ajustándose los parámetros de iluminación almacenados de acuerdo con una comparación entre una medición de iluminación y al menos uno de los parámetros de iluminación almacenados. Un ajuste de este tipo puede comprender alterar el ángulo de haz y / o la intensidad del haz, y / o la temperatura de color de una o más luminarias.

**Compendio de la invención**

25 Por lo tanto, un objeto de la presente invención es la provisión de una red de iluminación distribuida en la que los elementos de iluminación y los sensores están distribuidos por toda la red, operando cada elemento de iluminación independientemente de cualquier otro elemento de iluminación.

Otro objeto de la presente invención es la provisión de una red de iluminación distribuida autónoma que, durante el funcionamiento normal, no requiera un controlador central.

30 De acuerdo con la presente invención, se proporciona una red de iluminación distribuida según la reivindicación 1. Se apreciará que los dispositivos de sensor se pueden accionar para detectar diferentes condiciones y cada una de estas condiciones se denomina "evento" en el presente documento.

35 Las expresiones "perfil de regulación en reposo" y "perfil de regulación de evento" se refieren, de forma respectiva, al perfil de iluminación normal de una luminaria y un perfil de iluminación temporal que se necesita cuando se detecta un evento.

El perfil de regulación en reposo es ajustable de acuerdo con cambios estacionales. Esto asegura que se proporcionan los niveles de iluminación correctos en todo momento del año.

40 En una forma de realización, el perfil de regulación de evento comprende un periodo de rampa de subida a partir del nivel de iluminación del perfil de regulación en reposo. El periodo de rampa de subida puede ir seguido de un periodo de retención que, a su vez, va seguido de un periodo de rampa de bajada.

45 Se apreciará que, durante el periodo de rampa de subida, el nivel de iluminación se aumenta de forma gradual, a lo largo de un periodo de tiempo previamente determinado, hasta que el mismo alcanza el nivel elevado deseado. Durante el periodo de retención, el nivel de iluminación se mantiene al nivel elevado durante un periodo de tiempo previamente determinado. Durante el periodo de rampa de bajada, el nivel de iluminación se disminuye de forma gradual, a lo largo de un periodo de tiempo previamente determinado, hasta que se alcanza el nivel de iluminación del perfil de regulación en reposo para ese momento particular del día. En este punto, el perfil de regulación en reposo ya no se ve anulado por el perfil de regulación de evento.

50 Preferiblemente, cada luminaria tiene una matriz de responsabilidad de sensores que comprende al menos un dispositivo de sensor al que ha de responder la luminaria. En una forma de realización, el dispositivo de sensor puede comprender un sensor de movimiento que genera una señal de evento de acuerdo con un movimiento detectado, iniciando la señal de evento un mensaje de radiodifusión para la red de comunicaciones a partir del nodo de sensor asociado.

Idealmente, el mensaje de radiodifusión se transmite a cada luminaria a través de su nodo de luminaria respectivo.

En una forma de realización, cada nodo de luminaria opera solo en un modo de recepción para recibir mensajes de radiodifusión a partir de la red de comunicaciones.

5 Cada nodo de luminaria puede controlar el funcionamiento de circuitos de accionamiento para su luminaria respectiva.

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

10 Adicionalmente, la red puede comprender adicionalmente un nodo de controlador extraíble para establecer la red. El nodo de controlador puede asignar parámetros a cada nodo de luminaria y cada nodo de sensor durante el establecimiento a través de la red de comunicaciones. Tales parámetros pueden incluir perfiles de regulación en reposo, perfiles de regulación de evento y matrices de responsabilidad de sensores para las luminarias y la asignación de sensores a los nodos de sensor. Además, el nodo de controlador extraíble se puede usar para el mantenimiento de la red.

### Breve descripción de los dibujos

15 Para una mejor comprensión de la presente invención, a continuación se hará referencia, solo a modo de ejemplo, al dibujo adjunto, en el que: -

la figura 1 ilustra una red de iluminación distribuida de acuerdo con la presente invención.

### Descripción de la invención

20 La presente invención se describirá con respecto a formas de realización particulares y con referencia a determinados dibujos, pero la invención no se limita a los mismos. Los dibujos que se describen son solo esquemáticos, y son no limitantes. En los dibujos, el tamaño de algunos de los elementos se puede exagerar y, por razones ilustrativas, no estar dibujado a escala.

25 Son bien conocidas luminarias para iluminar áreas grandes y se pueden usar, por ejemplo, para alumbrado urbano. Cada luminaria comprende una pluralidad de elementos de diodo emisor de luz (LED, *light-emitting diode*), un circuito de accionamiento para controlar el funcionamiento de los LED, y un controlador de luminaria que controla el circuito de accionamiento y, por lo tanto, el funcionamiento de los LED.

30 Se describirá en lo sucesivo una red de iluminación distribuida que comprende una pluralidad de nodos, siendo accionable cada nodo para transmitir señales de radiodifusión a través de una red de comunicaciones o para recibir señales de radiodifusión a partir de la red de comunicaciones tal como se describirá con más detalle en lo sucesivo. Los nodos incluyen nodos de elemento de iluminación, por ejemplo, nodos de luminaria y nodos de sensor que están conectados con unos dispositivos de sensor que detectan las condiciones ambientales. En algunas formas de realización, en la red de iluminación también se incluyen nodos de temporizador, tal como se describirá con más detalle en lo sucesivo.

35 Cada luminaria está conectada con un nodo de luminaria asociado en la red, y se controla de ese modo en relación con las señales de radiodifusión en la red de comunicaciones. Cada luminaria tiene su propio perfil de regulación en reposo, que es un ciclo de 24 horas de niveles de iluminación, que es necesario que sean proporcionados por la luminaria. El perfil de regulación en reposo se puede almacenar 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 que se implementa como parte de la red de iluminación.

40 Cada dispositivo de sensor está conectado con un nodo de sensor asociado, y cada nodo de sensor se puede conectar con más de un dispositivo de sensor y actúa como un encaminador para transmitir señales a partir de dispositivos de sensor individuales como mensajes de radiodifusión a través de la red de comunicaciones.

45 Si se encuentra presente un nodo de temporizador en la red de iluminación, el perfil de regulación en reposo tendrá unos sincronismos abruptos de regulación y de conmutación debido a que el nodo de temporizador proporciona unas señales de sincronización de tiempo en los mensajes de radiodifusión en la red de comunicaciones. Algunas luminarias usan estos mensajes de radiodifusión para ajustar su perfil de regulación en reposo de tal modo que las mismas son correctas con respecto a la estación.

50 Si no se encuentra presente nodo de temporizador alguno en la red de iluminación, la red de suministro se conmutará a apagado durante las horas diurnas y se conmutará a ENCENDIDO durante las horas nocturnas. Cada nodo de luminaria puede determinar un valor en "mitad de la noche" después de unos pocos ciclos de conmutación a ENCENDIDO / APAGADO. El perfil de regulación en reposo está alineado en relación con este valor en "mitad de la noche" con, por ejemplo, una regulación a un 50 % durante dos horas antes y tres horas después de la "mitad de la noche". Se apreciará que esto no es tan preciso como si se encontrara presente un nodo de temporizador pero se puede usar en caso de fallo de nodo de temporizador.

En varios países, la alimentación de la red de suministro eléctrico que se usa para alimentar luminarias se encuentra ACTIVA de forma permanente, lo que quiere decir que cualquier red es responsable de conmutar a ENCENDIDO las luminarias durante los periodos apropiados de la noche y para ajustar los perfiles de regulación en reposo por defecto de las luminarias de acuerdo con una secuencia previamente programada. Esto quiere decir que los circuitos de accionamiento para accionar los LED en las luminarias son controlados por el controlador de luminaria para proporcionar las operaciones de conmutación y de regulación requeridas.

Una forma de controlar los circuitos de accionamiento de LED es conmutar el circuito de accionamiento a APAGADO completamente durante el día si hay un conmutador que se proporciona por delante del circuito de accionamiento. En el presente caso, se requiere un relé de conmutación que incluye una interfaz de ZigBee que puede conmutar la alimentación de la red de suministro eléctrico y tiene el nivel requerido de aislamiento.

ZigBee es una marca comercial de la ZigBee Alliance, que proporciona una especificación para un conjunto de protocolos de comunicación de alto nivel usando unas radios digitales pequeñas y de baja potencia sobre la base de una norma de IEEE 802 para redes de área personal. ZigBee es particularmente útil en aplicaciones de radiofrecuencia (RF) en las que se requieren unas tasas de datos bajas, una duración prolongada de la batería y una interconexión en red segura, y en las que se requiere una transmisión de datos periódica o intermitente o una única transmisión de señal a partir de un sensor u otro dispositivo de entrada.

Otra forma de controlar los circuitos de accionamiento de LED es usar una entrada de '0 - 10 V' o una entrada de interfaz de iluminación direccionable digital (DALI, *digital addressable lighting interface*). En este caso, la corriente de salida del circuito de accionamiento se ajusta a 0 cuando se desea que la luminaria asociada se conmute a apagado. Sin embargo, siempre hay una corriente en vacío restante, que puede variar de un circuito de accionamiento a otro.

DALI es una norma técnica para sistemas basados en red para controlar la iluminación en edificios. Esta se estableció como una sucesora de los sistemas de control de iluminación de '0 - 10 V', pero en la actualidad se siguen usando ambos sistemas. DALI es una norma abierta que es una alternativa a la interfaz de señales digitales (DSI, *digital signal interface*) en la que se basa la misma. La norma de DALI también incorpora un protocolo de comunicaciones y una interfaz eléctrica para redes de control de iluminación.

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

En una red de DALI, a cada dispositivo de iluminación se le asigna una dirección estática única en el intervalo numérico de 0 a 63, lo que hace posible tener 64 dispositivos en un sistema autónomo. Como alternativa, se puede usar DALI como un subsistema a través de pasarelas de DALI para direccionar más de 64 dispositivos. Los datos se transfieren entre el controlador y cada dispositivo por medio de un protocolo serie, semidúplex y asíncrono a través de un bus bifilar diferencial con una tasa de transferencia de datos fija, por lo general de 1200 bits por segundo. La red se puede disponer en una topología de bus o de estrella o una combinación de las mismas. Debido a que el sistema de DALI no está clasificado como si fuera baja tensión adicional separada (SELV, *separated extra low voltage*), este se puede hacer funcionar cerca de cables de la red de suministro eléctrico o dentro de un cable multipolar que incluye la alimentación de la red de suministro eléctrico. Los datos se transmiten usando una codificación Manchester (que también se conoce como codificación de fase) y tiene una relación de señal con respecto a ruido elevada, que posibilita una comunicación fiable en presencia de una gran cantidad de ruido eléctrico.

Una forma alternativa de controlar los circuitos de accionamiento de LED es usar un sensor de luz para conmutar el suministro de alimentación cuando la luz ambiente cae por debajo de un determinado nivel previamente determinado de tal modo que la luminaria se conmuta a ENCENDIDO y la misma sigue su perfil de regulación en reposo. No obstante, puede que esta solución no sea eficiente si todas las luminarias no son capaces de retransmitir señales y, tal como se ha descrito en lo que antecede, se prefieren las otras dos formas de controlar los circuitos de accionamiento de LED.

En otros países, la alimentación de la red de suministro eléctrico que alimenta las luminarias se conmuta entre un ajuste diurno o de APAGADO y un ajuste nocturno o de ENCENDIDO. En el presente caso, es necesario que la red de iluminación que incluye las luminarias sea lo bastante flexible para dar cabida a elementos adicionales en la red, por ejemplo, nodos de sensor y/o nodos de temporizador, que puede ser necesario que se encuentren ENCENDIDOS de forma permanente con independencia del estado de las propias luminarias.

Tal como se ha mencionado en lo que antecede, puede que se requiera regular cada luminaria de acuerdo con su perfil de regulación en reposo, que depende de la duración de los periodos de oscuridad que cambian de acuerdo con el cambio de las estaciones. Un perfil de regulación en reposo de este tipo se puede implementar en un nodo que tiene la capacidad de evaluar las condiciones ambientales de tal modo que la conmutación se implementa

correctamente. Este se puede implementar usando un reloj atómico en tiempo real que determina el tiempo local real y ajusta los perfiles de regulación en reposo programados a lo largo del año, usando un controlador de luminaria para controlar los periodos de ENCENDIDO y de APAGADO para la luminaria, o para permitir una programación remota de estos periodos a través de un punto de entrada a la red usando una conexión de Internet, por ejemplo.

5 En una red dada, el perfil de regulación en reposo puede ser diferente para diferentes luminarias individuales o para diferentes grupos de luminarias. Algunas luminarias se pueden agrupar de acuerdo con sus perfiles de regulación en reposo, pero cada luminaria se controla de forma independiente. Esto proporciona ventajas durante el establecimiento de la red así como durante su funcionamiento. Por ejemplo, en una calle que tiene un grupo de luminarias para iluminar la misma y otro grupo de luminarias para iluminar el camino del arcén o de la acera para peatones y / o ciclistas, el sincronismo y los niveles de regulación en reposo para cada grupo se pueden ajustar y controlar de forma individual para optimizar la iluminación de acuerdo con la demanda.

10 En algunas áreas, se puede usar detección de movimiento para aumentar el flujo que es generado por luminarias que están siguiendo sus perfiles de regulación en reposo normales. En el presente caso, las luminarias que siguen su perfil de regulación en reposo nocturno normal previamente programado se pueden activar para proporcionar plena potencia cuando se recibe una señal de sensor a partir de un sensor de movimiento, estando esta programada para reaccionar al mismo. En este caso, el nodo de sensor está asociado con un sensor de movimiento que genera la señal de sensor cuando se detecta movimiento de tal modo que la iluminación en las proximidades inmediatas o en la ubicación del movimiento detectado se puede aumentar durante una cantidad de tiempo previamente determinada o bien de forma inmediata o bien de forma gradual mediante la anulación del perfil de regulación en reposo normal tal como se describirá con más detalle en lo sucesivo. En este caso, el nodo de sensor encamina la señal de sensor desde el detector de movimiento a la red de tal modo que el nivel de iluminación de la luminaria o luminarias asociadas se puede aumentar en consecuencia. No obstante, también se pueden utilizar otros tipos de dispositivos de sensor para controlar el aumento de nivel de iluminación o de alumbrado a petición.

15 Cada nodo de sensor transmite un mensaje de radiodifusión a través de la red de comunicaciones cuando un "evento" es detectado por uno de los sensores con los que se asoció el mismo. Un mensaje de radiodifusión de este tipo proporciona información en relación con el dispositivo de sensor "activado", es decir, el dispositivo de sensor que ha detectado el evento. Todos los nodos en la red de comunicaciones dentro del alcance reciben el mensaje de radiodifusión, siendo determinado el alcance por el número de "saltos" entre nodos que se configura en la capa de ZigBee de cada nodo de sensor. Cada sensor transmite de forma inmediata su señal de "sensor activado" a su nodo de sensor asociado y la transmisión del mensaje de radiodifusión se controla de acuerdo con la norma del protocolo ZigBee.

20 Los nodos de luminaria con los que está asociado el sensor activado se activan para anular los perfiles de regulación en reposo normales de sus luminarias respectivas para aumentar sus niveles de iluminación durante un periodo de tiempo previamente determinado. De acuerdo con la norma del protocolo ZigBee, el sincronismo de los mensajes de radiodifusión subsiguientes en relación con las señales de "sensor activado" se ajusta para evitar la colisión entre las señales de datos en la red de comunicaciones.

25 Tal como se ha descrito en lo que antecede, cada nodo de sensor está conectado con al menos un sensor y, cuando un sensor detecta un "evento" y proporciona una señal de sensor al nodo de sensor asociado, un mensaje de "sensor activado" que se corresponde con la señal de sensor se radiodifunde a la totalidad de la red de comunicaciones. No obstante, solo el nodo de luminaria que está asociado con el sensor que detectó el "evento" será capaz de actuar sobre el mensaje de radiodifusión.

30 Por ejemplo, si un mensaje de "sensor activado" es enviado por un nodo de sensor a la red de comunicaciones para activar la luminaria o luminarias que están asociadas con el dispositivo de sensor que generó la señal de sensor que proporciona el mensaje de "sensor activado", no se envía mensaje de sensor adicional alguno durante un periodo de inhibición previamente definido, es decir, el nodo de sensor experimenta un tiempo en reposo antes de que el mismo pueda transmitir mensajes de "sensor activado" de radiodifusión adicionales cuando se recibe una nueva señal de "sensor activado" a partir de uno de los dispositivos de sensor que están asociados con ese nodo de sensor. Si se transmite otro mensaje de "sensor activado" en relación con el mismo dispositivo de sensor al nodo de sensor, se coloca un mensaje de radiodifusión subsiguiente en la red de comunicaciones y los nodos de luminaria de las luminarias que están asociadas con el dispositivo de sensor tienen anulados de nuevo su perfil de regulación en reposo normal. Si no se recibe mensaje de radiodifusión adicional alguno para la luminaria o luminarias cuyos perfiles de regulación en reposo se han anulado al final de este periodo de inhibición previamente definido, cada luminaria relevante se devuelve a su perfil de regulación en reposo normal hasta que se recibe el siguiente mensaje de radiodifusión de "sensor activado" apropiado en su nodo de luminaria a partir de la red de comunicaciones.

35 Cada luminaria está asociada con uno o más dispositivos de sensor y, si su nodo de luminaria asociado recibe un mensaje de radiodifusión de que uno de los dispositivos de sensor a los que la misma debería reaccionar ha detectado un "evento", el nodo de luminaria ajusta la unidad de accionamiento de LED que está asociada con la luminaria respectiva de acuerdo con un "perfil de regulación de evento" que sustituye o anula el perfil de regulación en reposo normal durante un periodo de tiempo previamente programado. Por ejemplo, un "perfil de regulación de evento" puede incluir un periodo de rampa de subida en el que se aumenta el nivel de iluminación, o bien de forma

gradual o bien de forma inmediata, un periodo de retención que sigue al periodo de rampa de subida y en el que el nivel de luz elevado se mantiene durante un periodo de tiempo previamente determinado, y un periodo de rampa de bajada después de que haya expirado el periodo de retención en el que se disminuye el nivel de iluminación, o bien de forma gradual o bien de forma inmediata, hasta el nivel de iluminación del perfil de regulación en reposo normal.

5 Tal como se ha descrito en lo que antecede, el perfil de regulación en reposo se puede almacenar en el controlador de luminaria, el nodo de luminaria o tanto el controlador de luminaria como el nodo de luminaria. Esto dependerá de la funcionalidad del controlador de luminaria que se implementa en la red de iluminación. De forma similar, el perfil de regulación de evento se puede almacenar en el controlador de luminaria, el nodo de luminaria o tanto el controlador de luminaria como el nodo de luminaria. En todo caso, se considera que cada “luminaria” tiene un perfil de regulación en reposo asociado y un perfil de regulación de evento asociado.

10 Los dispositivos de sensor son asignados a cada luminaria o grupo de luminarias por un nodo de controlador en una sesión de establecimiento. El nodo de controlador también se usa para el pleno establecimiento de la red de iluminación tal como se describirá con más detalle en lo sucesivo.

15 Los tiempos de reacción de la red de comunicaciones son de tal modo que los mensajes de radiodifusión se procesan para mantener la latencia a un mínimo. A modo de ejemplo, se contemplan unos tiempos de reacción del orden de un máximo de 300 ms.

20 Pasando a continuación a la figura 1, se muestra una red de iluminación distribuida 100 de acuerdo con la presente invención. La red 100 comprende una pluralidad de nodos de luminaria 210, 220, 230, 240, 250, 260, una pluralidad de nodos de sensor 310, 320, 330, un nodo de temporizador 110 y un nodo de controlador 120. Tal 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 con al menos otro nodo a través de la red pero no necesariamente con un nodo del mismo tipo.

25 Cada nodo de luminaria 210, 220, 230, 240, 250, 260 se corresponde con una única luminaria (que no se muestra), controlando cada nodo de luminaria una unidad de accionamiento de LED para esa única luminaria. Los nodos de luminaria 210, 220, 230, 240, 250, 260 se programan para recibir algunos parámetros de establecimiento, por ejemplo, una lista de dispositivos de sensor a los que ha de reaccionar cada nodo de luminaria 210, 220, 230, 240, 250, 260, un perfil de regulación en reposo normal, y un perfil de regulación de evento que incluye una programación para tiempos en reposo y detección de “eventos”. En la presente forma de realización, los nodos de luminaria 210, 220, 230, 240, 250, 260 operan en un modo de “solo recepción” y, por lo tanto, no envían información alguna a partir de las luminarias de vuelta a otros nodos en la red. No obstante, se apreciará que, en otras implementaciones de una red distribuida de acuerdo con la presente invención, los nodos de luminaria pueden operar en los modos tanto de “recepción” como de “transmisión”.

30 Cada nodo de sensor 310, 320, 330 está asociado con un único dispositivo de sensor o un grupo de dispositivos de sensor (que no se muestran), y recibe señales en relación con “eventos” detectados de cada dispositivo de sensor que está asociado con el mismo. Una vez que se ha recibido una señal de detección de “eventos” en un nodo de sensor 310, 320, 330, el nodo de sensor relevante radiodifunde un mensaje de “sensor activado” por toda la red de comunicaciones tal como se ha descrito en lo que antecede. El mensaje de “sensor activado” incluye la identificación (ID) del nodo de sensor a partir del cual se origina el mensaje de radiodifusión así como el dispositivo de sensor particular que ha sido activado por el “evento”. Se apreciará que un “evento” puede activar más de un dispositivo de sensor y, en dicho caso, el mensaje de radiodifusión incluirá detalles de todos los dispositivos de sensor activados que están asociados con la ID de nodo de sensor particular. Todos los nodos de luminaria 210, 220, 230, 240, 250, 260 dentro del alcance de la radiodifusión recibirán la misma información y cada nodo de luminaria que reciba la radiodifusión comparará esta información de dispositivo de sensor con su matriz de responsabilidad de sensores previamente configurada para determinar si el mismo necesita posibilitar que su luminaria reaccione a la información de dispositivo de sensor. Si la información de dispositivo de sensor se origina a partir de un dispositivo de sensor que se enumera en la matriz de responsabilidad de sensores, el perfil de regulación en reposo normal de la luminaria se anulará con su perfil de regulación de evento.

35 El nodo de temporizador 110 es responsable de la radiodifusión de una indicación de tiempo a través de la red de comunicaciones de tal modo que cada nodo de luminaria puede sincronizar la fecha y la hora de tal modo que su perfil de regulación en reposo asociado se puede implementar correctamente.

40 El nodo de controlador 120 solo se usa durante el establecimiento inicial de la red de iluminación 100 y durante el mantenimiento de la misma. El nodo de controlador 120 comprende un dispositivo portátil, por ejemplo, un ordenador portátil con un transceptor de ZigBee que conecta con la red 100 según se requiera para el establecimiento y para el mantenimiento.

45 La red 100 está diseñada para ser autónoma en cuanto a su funcionamiento, pero es necesario usar el nodo de controlador 120 para asegurar que la red se establece correctamente, es decir, cada luminaria se establece de acuerdo con su configuración de sincronismos, perfil de regulación en reposo, perfil de regulación de evento y matriz de responsabilidad de sensores. Durante el establecimiento de red, el ordenador del nodo de controlador 120 utiliza

un programa específico para implementar lo siguiente dentro de la red 100: -

- Una detección e identificación apropiada de todos los dispositivos o elementos en 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 de acuerdo con la lista de sensores para los que es necesario que los mismos proporcionen una respuesta y también con el perfil de regulación “de evento” que es necesario seguir cuando se recibe un mensaje de radiodifusión de “sensor activado” a partir de uno de sus sensores asociados a través de la red de comunicaciones.

10 Naturalmente, esta lista de parámetros de establecimiento no es exhaustiva y se puede adaptar para la red particular que se esté estableciendo.

15 Una vez que la red 100 se ha establecido de forma apropiada, el nodo de controlador 120 se desconecta y se extrae, y los nodos restantes en la red de iluminación 100 conservan sus parámetros asignados. A través de la identificación de redes de comunicaciones, solo se encuentran disponibles mensajes de radiodifusión para todos los elementos de nodo dentro de la red de iluminación. Tal como se ha descrito en lo que antecede, dependiendo del tipo de elemento de nodo, estos operarán de acuerdo con sus enlaces asociados conservados.

20 Una vez que se encuentra en servicio, la red asegura que los mensajes a partir de los nodos de sensor y / o los nodos de temporizador se radiodifunden correctamente a los nodos de luminaria. Esta comunicación es unidireccional con respecto a los modos de luminaria tal como se ha descrito en lo que antecede debido a que no se puede originar mensaje alguno en un modo de luminaria para la transmisión a partir del mismo a través de la red. Tal como se ha descrito en lo que antecede, la red utiliza el modo de radiodifusión de transmisión de acuerdo con la norma del protocolo ZigBee. Esto permite un encaminamiento rápido de los mensajes de radiodifusión al tiempo que se evita la necesidad de un funcionamiento normal por parte de un controlador de red.

25 Se conserva un registro de parámetros de red para un uso futuro si pasa a requerirse mantenimiento. El registro comprende todos los nodos que están dispuestos en un mapa que muestra los detalles de sus ubicaciones respectivas. A partir de este mapa, es relativamente simple construir una matriz de asignación de sensores - luminarias.

Naturalmente, puede que sea necesario actualizar la red y la asignación correcta de direcciones de nodos a los números de ID ayudará en el caso en el que sea necesario que se sustituya un nodo.

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

35 En el caso de un fallo de sensor, los nodos de luminaria se programan para seguir el perfil de regulación en reposo que es proporcionado por el nodo de sincronismo. Se apreciará que esta estrategia puede conducir a unas 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 plena potencia si el mismo no ha recibido mensaje alguno a partir de un dispositivo de sensor dentro de un periodo previamente determinado.

En el caso de fallo de luminaria, debido a que los nodos de luminaria operan en un modo de “solo recepción”, el problema solo se puede abordar durante un ciclo de mantenimiento. Cuando el nodo de controlador se conecta con la red, una conexión perdida debido a una luminaria, nodo de luminaria, dispositivo de sensor, nodo de sensor y / o nodo de temporizador con fallo se puede diagnosticar y emprenderse una acción correctiva.

40 En una forma de realización de la presente invención, los nodos de sensor pueden comprender transceptores de ZigBee debido a que solo es necesario que los mismos transmitan mensajes de radiodifusión en relación con un dispositivo de sensor que ha detectado un “evento”. No obstante, en una forma de realización más avanzada, el nodo de sensor puede ser una caja protegida de protocolo de Internet (IP, *Internet protocol*) que incluye un módulo de ZigBee con un suministro de alimentación para alimentar tanto el nodo de sensor como el módulo de ZigBee.

45 Como alternativa, el nodo de sensor puede estar situado externo con respecto a la caja de transmisión y tiene su propia carcasa. En otra alternativa, el nodo de sensor puede ser interno con respecto a la caja de transmisión y puede comprender un dispositivo de infrarrojos pasivo y simple.

Los dispositivos de sensor se pueden integrar en una carcasa estética que está montada en el poste de la luminaria o estos se pueden integrar en un espacio dentro de la propia luminaria.

50 El nodo de sincronismo incluye algunas capacidades de reloj en tiempo real que pueden ser proporcionadas por un sistema de posicionamiento global (GPS, *global positioning system*) o un receptor de tiempo de DCF77. El receptor de tiempo de DCF77 usa unas señales de onda larga que se generan a una frecuencia de 77,5 kHz (DCF representa Alemania (D), señal de onda larga (C) y Frankfurt (F)) y se usa habitualmente para ajustar el tiempo de los relojes de radio y los relojes de pulsera de forma automática. El nodo de sincronismo también incluye algo de electrónica

55 adicional, por ejemplo, un microprocesador, para recibir los perfiles de regulación en reposo a partir del nodo de controlador durante el establecimiento y para enviar mensajes de radiodifusión a las luminarias para controlar sus

perfiles de regulación en reposo.

- 5 El nodo de luminaria puede ser un dispositivo de tipo "PiCo" que tiene o bien una salida de '0 - 10 V' o bien una salida de DALI para accionar la totalidad de los LED regulables y las unidades de accionamiento de dispositivo de interfaz humana (HID, *human interface device*). Un dispositivo de tipo "PiCo" es un controlador de luminaria que incluye una célula fotoeléctrica que detecta las condiciones ambientales y proporciona unas señales de control de regulación adicionales de acuerdo con las condiciones detectadas. Además, un dispositivo de tipo "PiCo" puede incluir una capacidad de dosificación de energía.

El nodo de controlador se puede implementar fácilmente usando un transceptor de ZigBee genérico comercialmente disponible que se puede conectar con un ordenador.

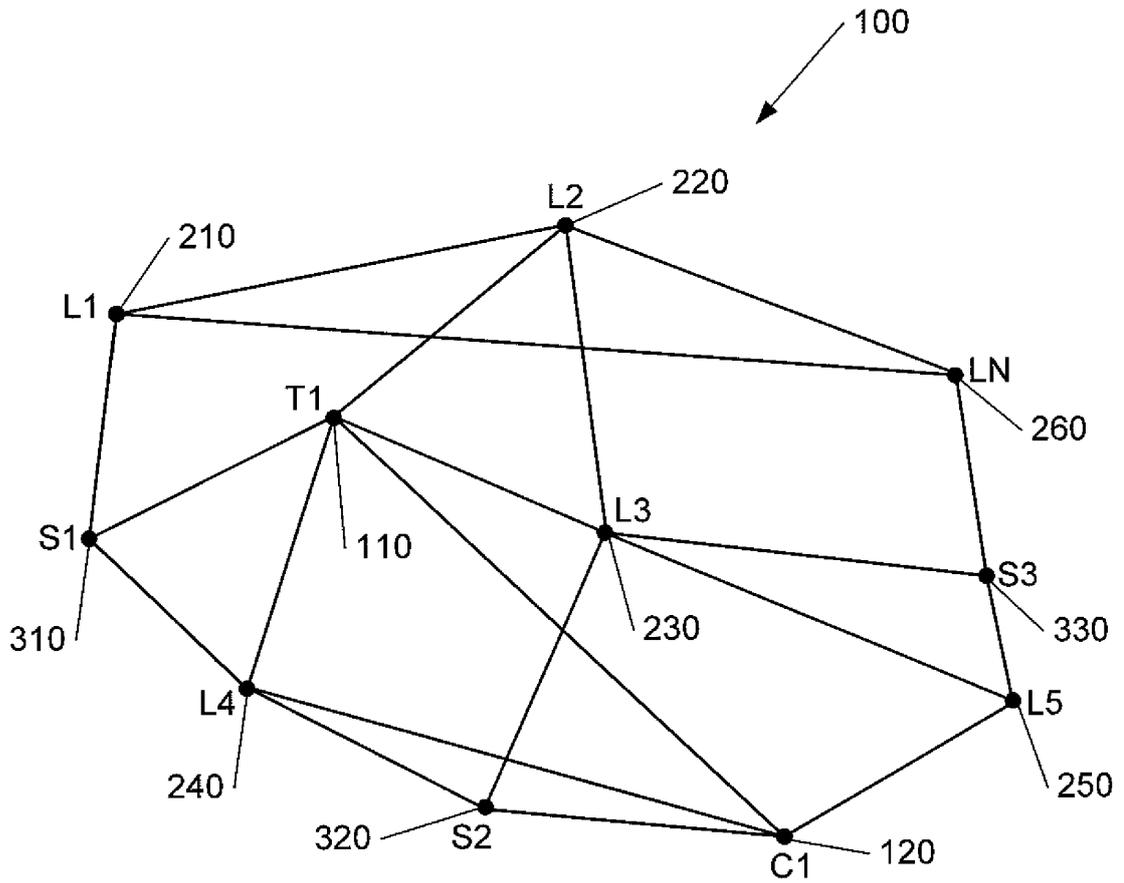
- 10 A pesar de que la presente invención se ha descrito con referencia a una implementación particular, se apreciará que también son posibles otras implementaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Una red de iluminación distribuida (100) que comprende: -
  - una pluralidad de luminarias;
  - al menos un dispositivo de sensor; y
  - una red de comunicaciones que incluye: -
    - al menos un nodo de luminaria (210, 220, 230, 240, 250, 260) que está configurado para recibir mensajes de radiodifusión a partir de la red de comunicaciones; y
    - al menos un nodo de sensor (310, 320, 330) que está asociado con un dispositivo de sensor respectivo, estando configurado cada dispositivo de sensor para generar una señal de evento para su nodo de sensor asociado (310, 320, 330) de acuerdo con un evento detectado, y estando configurado cada nodo de sensor para transmitir un mensaje de radiodifusión a través de la red de comunicaciones en respuesta a que dicho evento sea detectado por el dispositivo de sensor asociado;

**caracterizada por que** cada luminaria tiene un perfil de regulación en reposo que comprende un ciclo de 24 horas de niveles de iluminación y un perfil de regulación de evento que comprende unos niveles de iluminación aumentados en relación con el perfil de regulación en reposo; y

**por que** cada nodo de luminaria (210, 220, 230, 240, 250, 260) está configurado para anular el perfil de regulación en reposo con el perfil de regulación de evento de acuerdo con un mensaje de radiodifusión recibido que se recibe en dicho nodo de luminaria.
2. Una red de iluminación distribuida según la reivindicación 1, en donde el perfil de regulación en reposo está adaptado para ajustarse de acuerdo con cambios estacionales.
3. Una red de iluminación distribuida según la reivindicación 1 o 2, en donde el perfil de regulación de evento comprende un periodo de rampa de subida a partir del nivel de iluminación del perfil de regulación en reposo.
4. Una red de iluminación distribuida según la reivindicación 3, en donde el perfil de regulación de evento comprende un periodo de retención después del periodo de rampa de subida.
5. Una red de iluminación distribuida según la reivindicación 4, en donde el perfil de regulación de evento comprende un periodo de rampa de bajada después del periodo de retención.
6. Una red de iluminación distribuida según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde cada nodo de luminaria tiene una matriz de responsabilidad de sensores que comprende el al menos un dispositivo de sensor al que ha de responder la luminaria.
7. Una red de iluminación distribuida según la reivindicación 6, en donde el al menos un dispositivo de sensor comprende un sensor de movimiento que está configurado para generar la señal de evento de acuerdo con un movimiento detectado.
8. Una red de iluminación distribuida según la reivindicación 7, en donde el mensaje de radiodifusión está adaptado para transmitirse a cada luminaria a través de su nodo de luminaria (210, 220, 230, 240, 250, 260) respectivo.
9. Una red de iluminación distribuida según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde cada nodo de luminaria (210, 220, 230, 240, 250, 260) está adaptado para controlar el funcionamiento de circuitos de accionamiento para su luminaria respectiva.
10. Una red de iluminación distribuida según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende adicionalmente un nodo de temporizador (110) accionable para sincronizar el tiempo de cada luminaria dentro de la red a través de su nodo de luminaria (210, 220, 230, 240, 250, 260) respectivo.
11. Una red de iluminación distribuida según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende adicionalmente un nodo de controlador extraíble (120) que está adaptado para establecer la red (100).
12. Una red de iluminación distribuida según la reivindicación 11, en donde el nodo de controlador extraíble (110) está adaptado para asignar parámetros a cada nodo de luminaria (210, 220, 230, 240, 250, 260) y cada nodo de sensor (310, 320, 330) a través de la red de comunicaciones.
13. Una red de iluminación distribuida según la reivindicación 11 o 12, en donde el nodo de controlador extraíble (120) está adaptado para usarse para el mantenimiento de la red (100).



**Fig. 1**