

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 971 490**

51 Int. Cl.:

**H05B 47/10** (2010.01)

**H04L 47/56** (2012.01)

**H05B 47/19** (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.02.2020 PCT/EP2020/053153**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.08.2020 WO20161311**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.02.2020 E 20702830 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.12.2023 EP 3922083**

54 Título: **Sistema de red de luminarias**

30 Prioridad:

**07.02.2019 NL 2022526**

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

**05.06.2024**

73 Titular/es:

**SCHREDER SA (100.0%)  
rue de Lusambo 67  
1190 Bruxelles, BE**

72 Inventor/es:

**BRAND, DANIEL y  
VAN BERGEN, RAOUL**

74 Agente/Representante:

**DEL VALLE VALIENTE, Sonia**

ES 2 971 490 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**

Sistema de red de luminarias

5 **Campo de la invención**

El campo de la invención se refiere a sistemas de redes de luminarias que comprenden una o más luminarias. Realizaciones particulares se refieren al campo de los sistemas de redes de luminarias que pueden transmitir mensajes.

10 **Antecedentes**

El desarrollo de redes inalámbricas que usan redes de luminarias ha aumentado significativamente en los últimos dos años y tales redes inalámbricas se están instalando usando luminarias en ciudades o a lo largo de las carreteras.

15 El nodo de una red de luminarias de exteriores típicamente comprende un controlador de iluminación de exteriores (OLC) que puede gestionar uno o más dispositivos de iluminación por medio de protocolos de comunicación. Los OLC pueden formar una gran red en la que se basan los enlaces de comunicación, p. ej., en IEEE 802.15.4 o en una tecnología de comunicación de datos inalámbrica LoRa. La red puede gestionarse desde el extremo trasero por medio de una pluralidad de controladores de segmento que conectan las redes con Internet. En una solución de este tipo, un OLC incluye una unidad central de procesamiento (CPU) y una interfaz de comunicación. Además, o alternativamente, el propio OLC puede comunicarse directamente con Internet.

25 La vigilancia desempeña un papel cada vez más importante en diversos entornos de exteriores, tal como monitorizar el tráfico y las condiciones ambientales, mejorar la seguridad y responder a emergencias. Frecuentemente se requiere que tales datos de vigilancia se entreguen a un servidor de extremo trasero dentro de un cierto marco de tiempo. Además, los datos operativos de una luminaria, tal como los datos indicativos de un componente averiado, p. ej., una fuente de luz averiada, los datos con respecto al consumo de energía de la luminaria, un nivel de luz, etc., frecuentemente se requiere que se entreguen a tiempo a un servidor de extremo trasero.

30 La monitorización en tiempo real, así como la captura “a posteriori” de datos ambientales, tales como audio, vídeo, imágenes y datos de calidad del aire, tiene muchas aplicaciones útiles, desde monitorizar lugares con estrictos requisitos de seguridad hasta proporcionar una sensación de seguridad en espacios públicos. p. ej., parques, carreteras, etc.

35 Si bien existen sistemas inalámbricos, el ancho de banda de comunicación limitado proporcionado por las tecnologías de redes inalámbricas actuales es un cuello de botella significativo para cubrir grandes áreas. Por lo tanto, la mayoría de los sistemas existentes se desarrollan únicamente en áreas críticas, es decir, principalmente donde las preocupaciones de seguridad justifican los altos costes de despliegue y mantenimiento. Por otro lado, almacenar localmente y recuperar posteriormente los datos de cada luminaria es una alternativa para un número limitado de luminarias, pero resulta ineficiente para redes de luminarias grandes.

40 Las luminarias de exteriores son opciones naturales para capturar datos ambientales para monitorizar calles, estacionamientos, parques y otras áreas de exteriores. Existen redes de iluminación de exteriores (OLN) que se usan para controlar y gestionar luminarias exteriores. Las OLN también se pueden usar para transmitir los datos locales disponibles en la luminaria a uno o más servidores remotos, tales como centros de monitorización. Por lo tanto, la utilización de las OLN tiene el potencial de reducir significativamente el costo de implementar una red de vigilancia para un entorno a gran escala.

45 Sin embargo, actualmente, los datos locales usualmente se transmiten a través de una red donde el coste de transmisión está vinculado al número de paquetes enviados y al número de transmisiones realizadas. Como los datos locales se generan constantemente, el coste puede aumentar rápidamente. Las tecnologías de comunicación usadas por las OLN incluyen redes de comunicación ZigBee, wifi, celulares (GPRS, 3G/4G/5G) y por línea eléctrica, que normalmente tienen un ancho de banda limitado.

50 El documento WO2017/182181A1 describe sistemas y métodos para la monitorización y control del entorno físico basados en la nube. Al menos un dispositivo del sistema genera datos de métricas ambientales para su posterior análisis y visualización.

55 El documento EP1189395A2 describe un sistema y un método que priorizan los paquetes de mensajes para su transmisión. El sistema y el método aumentan el rendimiento de los mensajes en un sistema de comunicaciones utilizando gestión de prioridades, conglomeración y compresión, filtrado de retransmisión de TCP y transmisión por extracción (pull).

60 **Resumen**

65 El objeto de las realizaciones de la invención es proporcionar un sistema de red de luminarias que pueda transmitir datos locales disponibles en una luminaria de una manera más eficiente. La invención se define por un sistema de red de luminarias como se define en la reivindicación 1 y un programa informático como se define en la reivindicación 15. Se definen realizaciones adicionales en las reivindicaciones dependientes.

Según un primer aspecto, se proporciona un sistema de red de luminarias que comprende una o más luminarias. Una luminaria del sistema de red de luminarias está provista de un controlador de luminaria y un dispositivo de almacenamiento configurado para almacenar mensajes que se van a transmitir en una cola. El controlador de luminaria está configurado para

- asociar un mensaje en la cola (Q) con una indicación de un tiempo antes del cual es necesario transmitir el mensaje;
- comprobar si la indicación de al menos un mensaje de una pluralidad de mensajes en la cola indica que dicho al menos un mensaje ha de transmitirse;
- transmitir la pluralidad de mensajes en la cola, cuando un resultado de la comprobación es que dicho al menos un mensaje ha de transmitirse.

En otras palabras, el controlador de luminaria comprobará si es necesario enviar uno o más mensajes de la cola con urgencia y, en ese caso, transmitirá tanto los mensajes urgentes como los no urgentes almacenados en la cola. De esa manera, se puede reducir el número de transmisiones que se deben realizar para una pluralidad de mensajes, ya que los mensajes típicamente se mantendrán en la cola hasta que sea necesario enviar un mensaje basándose en la indicación asociada con el mensaje. Esto permitirá un uso optimizado del ciclo de trabajo, es decir, un uso optimizado del tiempo que el controlador está transmitiendo. El uso optimizado del ciclo de trabajo será especialmente ventajoso en redes con un ciclo de trabajo limitado, tal como en redes de área amplia de baja potencia (LPWAN), tales como LoRaWan o SigFox. Además, las realizaciones de la invención dan como resultado un uso mejorado de la carga útil, es decir, un uso mejorado de la porción de la trama en la que han de incluirse los datos de mensaje. De hecho, la carga útil se usará mejor, ya que se pueden incluir más mensajes y, por tanto, más paquetes en la porción de carga útil de una trama en comparación con las soluciones de la técnica anterior.

La indicación es una indicación de un tiempo antes del cual es necesario transmitir el mensaje. En otras palabras, la indicación puede indicar el último tiempo antes del cual es necesario que se entregue el mensaje. Cabe señalar que, no todos los mensajes necesitan tener una indicación de tiempo exacta. Por ejemplo, los mensajes no urgentes pueden almacenarse en cola sin indicación de tiempo. Además, la indicación puede ser una indicación de tiempo exacto, pero también puede ser una indicación de prioridad, p. ej., lo antes posible y, generalmente, cualquier indicación que proporcione guiado sobre cuándo ha de transmitirse el mensaje.

Según una realización ilustrativa, el sistema de red de luminarias comprende además al menos un dispositivo de medición configurado para medir datos relacionados con la luminaria correspondiente y/o con el entorno de la misma, y el controlador de luminaria está configurado para incluir dichos datos medidos y/o datos procesados basándose en los mismos, en un mensaje y almacenarlo en la cola del dispositivo de almacenamiento. Por ejemplo, el dispositivo de medición puede ser un circuito de medición del consumo de energía, un circuito de detección de fuente de luz averiado, un sensor de nivel de luz, un micrófono, un sensor de partículas, una cámara, un dispositivo de detección de perturbaciones de la red eléctrica (p. ej., detector de activación de SPD, detector de corte de energía), un sensor de temperatura (temperatura ambiente y/o temperatura de luminaria), un sensor de humedad (humedad ambiente y/o humedad de luminaria), un sensor de vibraciones, etc.

Preferiblemente, los datos medidos por el al menos un dispositivo de medición son cualquiera de los siguientes o una combinación de estos: una medida indicativa de una fuente de luz averiada, una medida del consumo de energía de la luminaria, un nivel de luz, datos de sonido, datos de audio, datos de calidad del aire, datos de imágenes, datos de visibilidad, datos de perturbación de la red eléctrica, datos de temperatura, datos de humedad, datos de vibración.

En otras palabras, los datos medidos pueden incluir datos operativos de luminarias y/o datos de vigilancia y, dependiendo del contenido de estos datos, los mensajes han de transmitirse a un servidor de extremo trasero con mayor o menor urgencia. Usando realizaciones de la presente invención, los mensajes basados en los datos medidos se ponen en la cola junto con una indicación de un tiempo antes del cual es necesario transmitir el mensaje.

Según una realización ilustrativa, la indicación comprende un período de tiempo de retraso dentro del cual es necesario transmitir el mensaje y una referencia de tiempo, p. ej., una indicación de tiempo, tal como una indicación de tiempo que incluye la fecha y la hora UTC. El período de tiempo de retraso puede ser un período de tiempo de retraso máximo ( $\Delta t$ ) después de la referencia de tiempo ( $t_0$ ), dentro del cual ha de transmitirse el mensaje, es decir, el mensaje ha de transmitirse antes de ( $t_0 + \Delta t$ ). La referencia de tiempo puede ser, p. ej., una referencia para un punto en el tiempo en el que se creó el mensaje, o una referencia para un punto en el tiempo en el que se midieron los datos medidos incluidos en el mensaje. Por ejemplo, en caso de un mensaje de lámpara averiada, se preferirá este último.

Opcionalmente, la referencia horaria podrá enviarse junto con el mensaje. Por ejemplo, cuando el mensaje indica una lámpara averiada, puede ser deseable conocer cuándo se rompió la lámpara y, para este fin, la referencia de tiempo puede transmitirse junto con el mensaje de lámpara averiada.

Cabe señalar además que, cuando se trabaja con una referencia de tiempo y un tiempo de retraso, no es necesario que todos los mensajes en la cola estén asociados con una referencia de tiempo. Por ejemplo, un primer mensaje en la cola

puede estar asociado con una primera referencia de tiempo y un primer tiempo de retraso, y un número de mensajes siguientes pueden usar la misma primera referencia de tiempo junto con un valor incremental y un tiempo de retraso.

5 Preferiblemente, el controlador de luminaria está configurado para seleccionar el tiempo de retraso entre una pluralidad de posibles tiempos de retraso diferentes. A continuación, la luminaria se puede configurar para determinar el tiempo de retraso basándose en el tipo/contenido de un mensaje. Por ejemplo, un mensaje de lámpara averiada puede estar asociado con un tiempo de retraso más corto que un mensaje que contiene datos sobre el consumo de energía.

10 Según otra realización ilustrativa, la indicación comprende un tiempo absoluto en el que es necesario enviar el mensaje. El tiempo absoluto puede proporcionarse en forma de una indicación de tiempo, tal como una indicación de tiempo que incluye la fecha y la hora UTC a más tardar a la que es necesario enviar el mensaje.

15 A continuación, la luminaria puede configurarse para determinar el tiempo absoluto basándose en el tipo/contenido de un mensaje y, opcionalmente, también teniendo en cuenta el tiempo en el que se midieron los datos medidos incluidos en el mensaje.

20 Según otra realización ilustrativa, el controlador de luminaria está configurado para seleccionar la indicación de una pluralidad de niveles de prioridad, estando asociado cada nivel de prioridad con un tiempo antes del cual es necesario transmitir un mensaje.

Por ejemplo, un nivel de prioridad más alto puede indicar que el mensaje ha de enviarse tan pronto como sea posible, mientras que un nivel de prioridad más bajo puede corresponder con un mensaje que ha de enviarse dentro de una semana.

25 Según una realización ilustrativa, el sistema de red de luminarias comprende además un dispositivo de usuario u operador configurado para proporcionar a un usuario u operador una interfaz de usuario que permite al usuario u operador configurar para cada tipo de mensaje de una pluralidad de tipos de mensajes, una indicación de un tiempo antes del cual es necesario transmitir dicho tipo de mensaje, y comunicar dichas configuraciones al controlador de luminaria. A continuación, el controlador de luminaria puede configurarse además para asociar un mensaje a transmitir con una indicación de un tiempo antes del cual es necesario transmitir el mensaje basándose en dichas configuraciones.

30 En otras palabras, al proporcionar una interfaz de este tipo, un usuario puede elegir cómo de rápido deben enviarse los mensajes. Una interfaz de usuario de este tipo puede adaptarse además al usuario: p. ej., a un primer usuario, p. ej., un operador de red de luminarias se le puede presentar una primera interfaz, p. ej. una interfaz que permite establecer indicaciones para tipos de mensajes relacionados con datos operativos, mientras que, a un segundo usuario, p. ej., un operador de vigilancia, tal como los servicios de policía, se le puede presentar una segunda interfaz, p. ej., una interfaz que permite establecer indicaciones para tipos de mensajes relacionados con datos de vigilancia.

35 Según una realización ilustrativa, el controlador de luminaria está configurado para transmitir todos los mensajes en la cola cuando la cola está llena y/o para eliminar uno o más mensajes de la cola cuando la cola está llena.

40 Por ejemplo, cuando la cola está llena y los medios de comunicación del sistema de red de luminarias funcionan normalmente, se pueden transmitir todos los mensajes en la cola. Esta situación puede ocurrir cuando una cola es bastante pequeña y no hay mensajes urgentes presentes en la cola. Cuando los medios de comunicación del sistema de red de luminarias fallan, los mensajes quedan almacenados en la cola sin transmitirse, llenándose la cola. En una situación donde  
45 la cola está llena y los medios de comunicación del sistema de red de luminarias fallan, se pueden eliminar uno o más mensajes en la cola, para proporcionar la posibilidad de almacenar mensajes más recientes o urgentes en la cola. En ese caso, el controlador de luminaria se puede configurar para eliminar uno o más mensajes que sean menos urgentes, mientras se mantienen los mensajes urgentes. En otras palabras, la decisión sobre qué mensajes han de eliminarse puede basarse en las indicaciones de un tiempo antes del cual es necesario transmitir un mensaje asociado con los mensajes. Sin embargo,  
50 también se pueden usar otros criterios para determinar qué mensajes se eliminan. Por ejemplo, se podría usar un algoritmo por turnos rotativos sencillo, eliminando primero el mensaje que ha estado en la cola por más tiempo.

55 Según una realización ilustrativa, el controlador de luminaria está configurado para comprobar en momentos predeterminados en el tiempo, preferiblemente de manera periódica, si la indicación de cualquier mensaje de dicha pluralidad de mensajes en la cola indica que dicho mensaje ha de transmitirse.

Preferiblemente, los intervalos de comprobación deberían ser mucho más pequeños que el tiempo de retraso más corto dentro del cual puede tener que enviarse un mensaje, de modo que todos los mensajes se enviarán a tiempo.

60 Según una realización ilustrativa, el controlador de luminaria está configurado además para tener en cuenta los marcos de tiempo de transmisión preferidos para determinar cuándo transmitir la pluralidad de mensajes en la cola. Por ejemplo, cuando se acerca un tiempo de transmisión preferido y hay un número suficiente de mensajes presentes en la cola, se puede determinar transmitir todos los mensajes en la cola. En otro ejemplo, el tiempo de transmisión preferido podría ser, p. ej., entre las 12 p. m. y las 6 a. m., y, a continuación, se puede decidir transmitir todos los mensajes en la cola, p. ej., entre las  
65 5 am y las 6 am, aunque los mensajes más urgentes únicamente deben entregarse después de las 6 am.

Según una realización ilustrativa, el dispositivo de almacenamiento está configurado para almacenar mensajes que se van a transmitir en una pluralidad de colas. A continuación, el controlador de luminaria puede configurarse para asociar dicha pluralidad de colas con una pluralidad de esquemas de transmisión, en donde según al menos un esquema de transmisión del mismo el controlador de luminaria está configurado para asociar un mensaje en la cola con una indicación de un tiempo antes del cual es necesario transmitir el mensaje; y para transmitir una pluralidad de mensajes en la cola, cuando la indicación de tiempo de al menos uno de los mensajes de dicha pluralidad de mensajes indica que dicho al menos un mensaje ha de transmitirse.

En otras palabras, al menos una cola de la pluralidad de colas puede controlarse de la misma manera que se ha descrito anteriormente para las realizaciones anteriores. Las otras colas pueden controlarse de la misma manera o de manera diferente, p. ej. cola de turnos rotativos.

La pluralidad de colas permite almacenar mensajes, p. ej., por categoría/aplicación o por propiedad/destino y/o por urgencia.

Preferiblemente, la pluralidad de colas comprende al menos una cola para almacenar datos operativos de luminarias tales como datos de aplicación de luz, y al menos una cola para almacenar datos ambientales, tales como datos de imágenes, datos de audio, datos relacionados con la calidad del aire, datos de temperatura, datos de visibilidad, datos de perturbación de la red eléctrica, datos de humedad, datos de vibración, etc. Además, se pueden proporcionar diferentes colas para diferentes tipos de datos ambientales o para diferentes tipos de datos operativos de luminarias.

Además, cuando los mensajes han de enviarse a diferentes “propietarios” o destinos, es ventajoso usar diferentes colas, preferiblemente al menos una cola por propietario/destino. Por ejemplo, una cola con datos ambientales podría tener un servidor de policía como propietario o destino, mientras que una cola con datos de aplicaciones de luz tendría un operador de red de luminarias como propietario o destino.

Por ejemplo, la cola con los datos operativos de la luminaria puede controlarse mediante el controlador de luminaria según una cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente, mientras que la cola con los datos ambientales puede controlarse de una manera diferente. Por ejemplo, la última cola podría ser una cola de turnos rotativos y los mensajes almacenados en la cola pueden enviarse únicamente bajo solicitud. Por ejemplo, cuando una cola almacena datos de diagnóstico, puede ser suficiente enviar únicamente los datos bajo solicitud.

Además, el uso de múltiples colas puede ser útil cuando el controlador de luminaria está configurado para tener en cuenta los marcos de tiempo de transmisión preferidos para determinar cuándo transmitir la pluralidad de mensajes en la cola. P. ej., una de las colas podría ser una cola con mensajes que únicamente se envían durante un marco de tiempo de transmisión preferido.

Según una realización ilustrativa, el controlador de luminaria está configurado para transmitir la pluralidad de mensajes en la cola a través de una red celular. Opcionalmente, el controlador de luminaria puede configurarse para procesar y/o comprimir la pluralidad de mensajes, y para enviar la pluralidad de mensajes procesados y/o comprimidos a través de la red celular a un dispositivo remoto. En este último caso, la descompresión podrá realizarse en el dispositivo remoto.

Esto permitirá transmitir la pluralidad de mensajes directamente a un servidor de extremo trasero y recibir cualquier mensaje de solicitud directamente desde el servidor de extremo trasero. En algunas redes de luminarias, la mayoría de los controladores de luminarias pueden estar provistos de medios de comunicación para transmitir paquetes a través de una red celular, pero en otras realizaciones únicamente algunos controladores de luminarias pueden estar provistos de medios de comunicación para transmitir paquetes a través de una red celular.

Según una realización ilustrativa, el sistema de red de luminarias comprende un controlador de luminaria de enrutamiento de borde, en donde el controlador de luminaria está configurado para transmitir la pluralidad de mensajes en la cola al controlador de luminaria de enrutamiento de borde, y en donde el controlador de luminaria de enrutamiento de borde está configurado para transmitir la pluralidad de mensajes de dicha cola a través de una red celular.

Esto permitirá transmitir la pluralidad de mensajes indirectamente a un servidor de extremo trasero a través del controlador de luminaria de enrutamiento de borde, y recibir cualquier mensaje de solicitud indirectamente desde el servidor de extremo trasero. En tales redes, se pueden conectar una pluralidad de luminarias, p. ej., a través de una red en malla, tal como una red Zigbee, o a través de una red en estrella tal como LoRaWAN, con únicamente algunos controladores de luminarias de enrutamiento de borde capaces de realizar comunicación a través de una red celular. El experto entenderá que la pluralidad de luminarias se puede conectar a través de protocolos de comunicación de corto alcance o protocolos de comunicación de largo alcance. A continuación, la pluralidad de mensajes se transmite en primer lugar a través de la red en malla o en estrella al controlador de luminaria de enrutamiento de borde, y desde allí al servidor de extremo trasero.

Opcionalmente, el controlador de luminaria de enrutamiento de borde puede configurarse para procesar la pluralidad de mensajes recibidos y enviar los datos resultantes a través de la red celular. En otras palabras, opcionalmente, el controlador de luminaria de enrutamiento de borde puede tener también una función de cálculo/procesamiento. Por ejemplo, cuando el controlador de luminaria de enrutamiento de borde recibe datos de sensores de luz de una pluralidad de controladores de

luminarias cercanos, puede calcular un valor promedio de la luz detectada dentro de un cierto marco de tiempo y enviar el valor promedio a través de la red celular.

5 Según una realización ilustrativa, el controlador de luminaria está configurado para comprimir la pluralidad de mensajes en la cola y para transmitir la pluralidad comprimida de mensajes al controlador de luminaria de enrutamiento de borde. A continuación, el controlador de luminaria de enrutamiento de borde puede configurarse para descomprimir la pluralidad de mensajes comprimidos para enviar la pluralidad de mensajes descomprimidos, opcionalmente en forma procesada, a través de la red celular. Alternativamente, el controlador de luminaria de enrutamiento de borde puede configurarse para enviar la pluralidad de mensajes comprimidos al servidor de extremo trasero.

10 Opcionalmente, el controlador de luminaria de enrutamiento de borde puede comprimir o recomprimir la pluralidad de mensajes, opcionalmente en una forma procesada, usando una técnica de compresión diferente a la técnica usada por el controlador de luminaria, dando como resultado un formato de compresión que es más adecuado para la transmisión a través de la red celular. En otra realización, el controlador de luminaria puede enviar la pluralidad de mensajes sin comprimir, y el controlador de luminaria de enrutamiento de borde puede comprimir la pluralidad de mensajes, opcionalmente en una forma procesada.

15 De esta manera, se puede reducir el ancho de banda requerido para enviar los mensajes al controlador de luminaria de enrutamiento de borde, p. ej., a través de una red en malla o en estrella.

20 Según una realización ilustrativa, el controlador de luminaria está configurado para transmitir la pluralidad de mensajes en la cola al controlador de luminaria de enrutamiento de borde usando un protocolo basado en IEEE 802.15.4, preferiblemente un protocolo Zigbee.

25 Preferiblemente, el controlador de luminaria está configurado para transmitir la pluralidad de mensajes en la cola al controlador de luminaria de enrutamiento de borde usando una red de área personal inalámbrica (WPAN), preferiblemente como se define en el estándar IEEE 802.15.4.

30 Según otra realización ilustrativa, el controlador de luminaria está configurado para transmitir la pluralidad de mensajes en la cola al controlador de luminaria de enrutamiento de borde a través de una red LPWAN, p. ej., una red LoRaWAN o una red SigFox.

35 Según una realización ilustrativa, el controlador de luminaria está configurado para transmitir la pluralidad de mensajes en la cola cuando se recibe o genera un mensaje de transmisión de activación.

Un mensaje de transmisión de activación puede recibirse desde un dispositivo remoto o puede generarse localmente, p. ej., basándose en que el operador o usuario presione un botón provisto en o sobre la luminaria, p. ej., un botón de alarma, o puede basarse en datos detectados.

40 Según una realización ilustrativa, el controlador de luminaria está configurado para eliminar uno o más mensajes en la cola o todos los mensajes en la cola, cuando se recibe un mensaje de eliminación de activación.

45 Se puede recibir un mensaje de eliminación de activación desde un dispositivo remoto o se puede generar localmente, p. ej., cuando falla el medio de comunicación y la cola está llena.

50 Según una realización ilustrativa, el controlador de luminaria está configurado además para almacenar los mensajes en el dispositivo de almacenamiento en una cola por turnos rotativos. De forma adicional, la luminaria puede comprender además un dispositivo de captura de imágenes, y el controlador de luminaria está configurado además para almacenar datos de imágenes capturados por el dispositivo de captura de imágenes en la cola por turnos rotativos del dispositivo de almacenamiento.

55 En una realización de este tipo, como se ha descrito anteriormente, los datos en la cola por turnos rotativos se pueden transmitir usando un esquema de transmisión diferente, en donde los datos se envían, p. ej., únicamente bajo solicitud. Una solicitud puede ser una solicitud recibida desde un servidor de extremo trasero remoto o puede ser una solicitud generada localmente, p. ej., cuando se presiona un botón de alarma.

60 Según un aspecto adicional de la invención, se proporciona un programa informático como se define en la reivindicación 15. Según un aspecto no reivindicado, se proporciona un dispositivo informático u otro dispositivo de hardware programado para realizar o controlar las etapas realizadas por el controlador de luminaria de una cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente. Según con otro aspecto no reivindicado se proporciona un dispositivo de almacenamiento de datos que codifica un programa en forma legible por máquina y ejecutable por máquina para realizar o controlar las etapas realizadas por el controlador de luminaria de una cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente.

65

**Breve descripción de las figuras**

Los dibujos adjuntos se utilizan para ilustrar realizaciones ejemplares no limitantes actualmente preferidas de dispositivos de la presente invención. Lo indicado anteriormente y otras ventajas de las características y objetos de la invención resultarán más evidentes y la invención se entenderá mejor, sobre la base de la siguiente descripción detallada cuando se lea en conjunción con los dibujos adjuntos, en los que:

- 5 Las figuras 1, 2 y 3 son diagramas esquemáticos de tres realizaciones ilustrativas de un sistema de red de luminarias;
- la figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra las etapas realizadas por un controlador de luminaria según una realización ilustrativa;
- 10 la figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra las etapas realizadas por un controlador de luminaria según otra realización ilustrativa;
- la figura 6 es una tabla que ilustra una lista que muestra diversos tipos de mensajes asociados con tiempos de retraso; y
- 15 la figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra las etapas realizadas por un controlador de luminaria según otra realización ilustrativa.

**Descripción de las realizaciones**

20 La figura 1 ilustra un sistema de red de luminarias que comprende una pluralidad de luminarias 1000, un dispositivo remoto 2000 y una red celular 3000. Una luminaria 1000 está provista de un controlador 100 de luminaria y un dispositivo 300 de almacenamiento configurado para almacenar mensajes a transmitir en una cola Q. El controlador 100 de luminaria está configurado para asociar un mensaje en la cola Q con una indicación de un tiempo antes del cual es necesario transmitir el mensaje. El controlador de luminaria está configurado además para comprobar si la indicación de al menos un mensaje de una pluralidad de mensajes en la cola indica que dicho al menos un mensaje ha de transmitirse, y para transmitir la pluralidad de mensajes en la cola, cuando el resultado de la comprobación es que dicho al menos un mensaje ha de transmitirse. Por lo tanto, el controlador 100 de luminaria comprobará si es necesario enviar urgentemente algún mensaje de la cola y, en ese caso, transmitirá la pluralidad de mensajes almacenados en la cola, es decir, también mensajes no urgentes que no tienen que enviarse en ese momento. Al implementar un esquema de control de transmisión de este tipo, se puede reducir el número de transmisiones a realizar en comparación con una situación donde los mensajes en la cola se envían a intervalos de tiempo regulares. De hecho, siempre que no haya mensajes urgentes en la cola, esos mensajes no se transmiten, lo que reduce el número de transmisiones. También, debido a que se enviarán más mensajes por transmisión, la transmisión se puede realizar de manera más eficiente. De hecho, dado que tendrán que enviarse más mensajes a la vez, los paquetes transmitidos se podrán llenar mejor. A ese respecto, se observa que, los mensajes pueden tener diferentes tamaños y que algunos mensajes tendrán un tamaño muy pequeño de modo que se pueden incluir múltiples mensajes en un único paquete.

Los mensajes almacenados en la cola pueden estar relacionados, p. ej., con datos operativos de luminarias o datos de vigilancia. Los datos operativos de luminarias pueden ser datos tales como una indicación de una fuente de luz averiada, una medida del consumo de energía de la luminaria durante un período de tiempo predeterminado, un nivel de luz medido, datos de perturbación de la red eléctrica, datos de temperatura, datos de humedad, datos de vibración, etc. Los datos de vigilancia pueden incluir, p. ej., datos ambientales, tales como datos de sonido, datos de audio, datos de calidad del aire, datos de imágenes, datos de visibilidad, datos de temperatura, datos de humedad, datos de vibración, etc. Cada vez que un controlador de luminaria pone un mensaje en la cola, decide si debe añadirse una indicación de tiempo. Por ejemplo, un mensaje que indica una fuente de luz averiada tendrá que enviarse en un corto marco de tiempo, mientras que un mensaje que contenga datos sobre el consumo de energía, p. ej., durante el último día, no será necesario enviarlo con tanta urgencia como el mensaje de fuente de luz averiada. También, para mensajes no urgentes, se puede decidir no poner ninguna indicación horaria.

50 El controlador 100 de luminaria puede configurarse además para transmitir todos los mensajes en la cola cuando la cola está llena, y/o para eliminar uno o más mensajes en la cola cuando la cola está llena. Por ejemplo, cuando la cola está llena y los medios de comunicación del sistema de red de luminarias funcionan normalmente, se pueden transmitir todos los mensajes en la cola. Por otro lado, en una situación donde la cola está llena y los medios de comunicación del sistema de red de luminarias fallan, se pueden eliminar uno o más mensajes en la cola, para poder almacenar mensajes más recientes o urgentes en la cola. En ese caso, el controlador de luminaria se puede configurar para eliminar uno o más mensajes que sean menos urgentes, mientras se mantienen los mensajes urgentes. En otras palabras, la decisión sobre qué mensajes han de eliminarse puede basarse en las indicaciones de un tiempo antes del cual es necesario transmitir un mensaje asociado con los mensajes. Sin embargo, también se pueden usar otros criterios para determinar qué mensajes se eliminan. Por ejemplo, se podría usar un algoritmo por turnos rotativos sencillo, eliminando primero el mensaje que ha estado en la cola por más tiempo.

Preferiblemente, el controlador 100 de luminaria está configurado para comprobar en momentos en el tiempo predeterminados, más preferiblemente de manera periódica, si la indicación de cualquier mensaje de la pluralidad de mensajes en la cola indica que el mensaje ha de transmitirse. Por ejemplo, la cola se puede comprobar cada minuto. Típicamente, el período de tiempo para comprobar la cola puede ser de entre diez segundos y cinco minutos. Este período

de tiempo puede establecerse además en función del tiempo de retraso más corto dentro del cual es necesario transmitir un mensaje.

En la realización de la figura 1, el controlador 100 de luminaria está configurado para transmitir una pluralidad de mensajes en la cola Q a través de una red celular 3000. Sin embargo, en otras realizaciones, véase, p. ej., la realización de la figura 3, el controlador 100 también puede configurarse para comunicarse a través de un protocolo de comunicación que tiene una distancia de transmisión máxima más pequeña que la distancia de transmisión de la red celular 3000. Como se explicará en relación con la figura 3, en ese caso, el controlador 100 puede enviar la pluralidad de mensajes almacenados en la cola indirectamente al dispositivo remoto 2000. Además, en la realización de la figura 1, únicamente se muestra un dispositivo remoto 2000, pero el experto entiende que la luminaria 1000 puede estar provista de múltiples colas Q, y que las múltiples colas Q pueden estar asociadas con diferentes dispositivos remotos. Esto se explicará con más detalle en relación con la figura 2.

El controlador 100 de luminaria puede configurarse además para transmitir la pluralidad de mensajes en la cola cuando se recibe o genera un mensaje de transmisión de activación. Un mensaje de transmisión de activación de este tipo puede recibirse desde el dispositivo remoto 2000, o desde un dispositivo remoto diferente, o puede generarse localmente, p. ej., basándose en datos detectados desde la luminaria asociada con el controlador 100 de luminaria o desde otra luminaria o dispositivo remoto. Por ejemplo, un operador o usuario que presiona un botón provisto en o sobre la luminaria puede provocar que se genere un mensaje de transmisión de activación. Además, se puede generar un mensaje de transmisión de activación, p. ej., cuando la luminaria obtiene información de que la red celular 3000 ya no estará operativa más en un futuro próximo, o puede generarse basándose en datos detectados. Además, la luminaria 100 puede configurarse para eliminar uno o más mensajes o todos los mensajes en la cola cuando se recibe un mensaje de eliminación de activación. Esto puede suceder cuando, p. ej., los medios de comunicación fallan o cuando hay un problema con la red, y cuando la cola está llena. A continuación, el controlador de luminaria puede decidir eliminar todos los mensajes de la cola, o eliminar uno o más mensajes de la cola, p. ej., basándose en la indicación de un tiempo antes del cual es necesario transmitir un mensaje asociado con el mensaje. Por ejemplo, se puede decidir eliminar únicamente los mensajes no urgentes y conservar los mensajes más urgentes. Sin embargo, como se ha explicado anteriormente, también se pueden usar otros criterios para determinar qué mensajes se eliminan.

La figura 2 ilustra una segunda realización ilustrativa de un sistema de red de luminarias, en donde componentes similares se han indicado con el mismo número de referencia. En el ejemplo de la figura 2, el sistema de red de luminarias comprende además un dispositivo 4000 de interfaz de usuario. El dispositivo 4000 de interfaz de usuario puede ser, p. ej., un dispositivo móvil o un servidor remoto. En algunos ejemplos, la interfaz de usuario también puede proporcionarse en un dispositivo remoto 2000, 2000'. Además, la luminaria 1000 comprende un número de dispositivos 200, 200', 400 de medición configurados para medir datos relacionados con la luminaria 1000 correspondiente y/o con el entorno. Un dispositivo 400 de medición puede ser, p. ej., un dispositivo de captura de imágenes. El dispositivo 300 de almacenamiento está configurado para almacenar mensajes a transmitir en una pluralidad de colas Q1, Q2, Q3. La pluralidad de colas Q1, Q2, Q3 puede estar asociada con una pluralidad de esquemas de transmisión. Por ejemplo, la cola Q1 puede estar asociada con un esquema de transmisión que consiste en asociar un mensaje en la cola Q1 con una indicación de tiempo antes del cual es necesario transmitir los mensajes, y transmitir una pluralidad de mensajes en la cola, cuando la indicación de tiempo de al menos uno de los mensajes de dicha pluralidad de mensajes indica que dicho al menos un mensaje ha de transmitirse. En otras palabras, la cola Q1 puede operar como se describe en relación con la figura 1.

El controlador 100 de luminaria está configurado además para incluir datos medidos por uno de los dispositivos 200, 200', 400 de medición y/o datos procesados basados en los mismos, en un mensaje, y para almacenar el mensaje en una de las colas Q1, Q2, Q3 del dispositivo 300 de almacenamiento. Los datos medidos por los dispositivos 200, 200', 400 de medición pueden ser uno cualquiera de los siguientes o una combinación de estos: una medida indicativa de una fuente de luz averiada, una medida del consumo de energía de la luminaria, un nivel de luz, datos de sonido, datos de audio, datos de calidad del aire, datos de imágenes, datos de visibilidad, datos de perturbación de la red eléctrica, datos de temperatura, datos de humedad, datos de vibración, etc. El uno o más dispositivos 200, 200', 400 de medición pueden incluir uno cualquiera o más de los siguientes: un circuito de medición de consumo de energía, un circuito de detección de fuente de luz averiada, un sensor de nivel de luz, un micrófono, un sensor de partículas, una cámara, un dispositivo de detección de perturbaciones en la red eléctrica (p. ej. detector de activación de SPD, detector de corte de energía), un sensor de temperatura (temperatura ambiente y/o temperatura de luminaria), un sensor de humedad (humedad ambiental y/o humedad de la luminaria), un sensor de vibraciones, etc. De manera más general, cualquier dispositivo de medición que puede obtener datos operativos y/o de vigilancia de la luminaria pueden incluirse en la luminaria 1000. Los datos medidos pueden almacenarse en una cualquiera de las colas Q1, Q2, Q3, p. ej., según el tipo de datos medidos. Por ejemplo, los mensajes relacionados con datos operativos de luminarias pueden almacenarse en la cola Q1, y los mensajes relacionados con datos ambientales pueden almacenarse en la cola Q2 o Q3. Más en particular, p. ej., la cola Q2 puede almacenar datos de imagen, mientras que la cola Q3 puede almacenar datos de audio.

En una posible realización, el dispositivo 400 de captura de imágenes captura imágenes y almacena esas imágenes en la cola Q2. A continuación, la cola Q2 puede ser una cola por turnos rotativos. La cola Q2 puede controlarse según un esquema de transmisión diferente. Por ejemplo, el esquema de transmisión usado para controlar la cola Q2 puede ser que los datos de la imagen únicamente se envíen tras solicitud. Se puede recibir una solicitud desde un dispositivo remoto 2000', o puede ser una solicitud generada localmente, p. ej., cuando se presiona un botón tal como un botón de alarma.

Los datos almacenados en las colas Q1, Q2, Q3 pueden enviarse a diferentes dispositivos remotos 2000, 2000'. Por ejemplo, los datos de las colas Q1, Q3 pueden enviarse a un primer dispositivo remoto 2000, y los datos de imagen almacenados en la cola Q2 pueden enviarse a un dispositivo remoto 2000' diferente. El primer dispositivo remoto puede ser, p. ej., un dispositivo remoto de un operador de luminaria, mientras que el dispositivo remoto 2000' puede ser un dispositivo remoto operado por un operador de vigilancia tal como la policía.

La interfaz de usuario incluida en el dispositivo 4000 de usuario u operador está configurada para proporcionar a un usuario u operador una interfaz de usuario que permite al usuario u operador establecer para cada tipo de mensaje de una pluralidad de tipos de mensajes, una indicación del tiempo antes del cual es necesario transmitir un mensaje de dicho tipo, y comunicar dichas configuraciones al controlador 100 de luminaria. En la figura 6 se ilustra un ejemplo de una posible interfaz de usuario. La figura 6 muestra una tabla con una pluralidad de tipos de mensajes diferentes indicados como 1, 2, 3, 4. Se entenderá que, en lugar de poner los números 1, 2, 3, 4 se podrá poner una explicación de a qué tipo de mensajes están previstos. Por ejemplo, el tipo de mensaje 1 podría ser un tipo de mensaje que indique una fuente de luz averiada. La segunda columna indica un tiempo de retraso dentro del cual ha de enviarse el mensaje de un tipo de mensaje particular. Estos valores pueden establecerse por un usuario o un operador. A continuación, el controlador de luminaria está configurado además para asociar un mensaje a transmitir con una indicación de un tiempo antes del cual es necesario transmitir el mensaje, basándose en las configuraciones completadas por el usuario u operador en la lista.

La figura 3 ilustra otra realización ilustrativa más de un sistema de red de luminarias, en donde se ha hecho referencia a componentes similares con los mismos números de referencia que aquellos usados en la figura 1. En la realización de la figura 3, el sistema de red de luminarias comprende una pluralidad de luminarias 1000 y un sistema 1000' de enrutamiento de borde. El sistema 1000' de enrutamiento de borde puede ser una luminaria, o puede ser un dispositivo que únicamente comprende un controlador 100' de luminaria de enrutamiento de borde. Este último frecuentemente se denomina controlador de segmento.

En la realización de la figura 3, el controlador 100a de luminaria está configurado para transmitir la pluralidad de mensajes en su cola Qa al controlador 100' de luminaria de enrutamiento de borde, y el controlador 100' de luminaria de enrutamiento de borde está configurado para transmitir la pluralidad de mensajes de dicha cola Qa a través de la red celular 3000. De manera similar, el controlador 100b de luminaria está configurado para transmitir la pluralidad de mensajes en su cola Qb al controlador 100' de luminaria de enrutamiento de borde, y el controlador 100' de luminaria de enrutamiento de borde está configurado para transmitir la pluralidad de mensajes de dicha cola Qb a través de la red celular 3000.

Opcionalmente, el controlador 100a, 100b de luminaria puede configurarse para comprimir la pluralidad de mensajes en la cola Qa, Qb y para transmitir la pluralidad de mensajes comprimidos al controlador 100' de luminaria de enrutamiento de borde. El controlador 100' de luminaria de enrutamiento de borde puede configurarse para enviar la pluralidad de mensajes comprimidos de la cola Qa, Qb a través de la red celular 3000, o para descomprimir en primer lugar la pluralidad de mensajes comprimidos de la cola Qa, Qb, y para transmitir la pluralidad de mensajes descomprimidos, opcionalmente en forma procesada, a través de la red celular 3000. Opcionalmente, el controlador 100' de luminaria de enrutamiento de borde puede comprimir o recomprimir la pluralidad de mensajes de la cola Qa, Qb, opcionalmente en una forma procesada, usando una técnica de compresión diferente a la técnica usada por los controladores 100a, 100b de luminaria, dando como resultado un formato de compresión que es más adecuado para la transmisión a través de la red celular. En otra realización, el controlador 100a, 100b de luminaria puede enviar la pluralidad de mensajes sin comprimir, y el controlador 100' de luminaria de enrutamiento de borde puede comprimir la pluralidad de mensajes, opcionalmente en una forma procesada.

En la realización de la figura 3, los controladores 100a, 100b de luminaria pueden configurarse para transmitir la pluralidad de mensajes en las colas Qa, Qb al controlador 100' de luminaria de enrutamiento de borde usando un primer protocolo. El primer protocolo puede ser, p. ej., un protocolo basado en IEEE 802.15.4, tal como un protocolo Zigbee, o un protocolo LPWAN tal como LoRa o SigFox. Más generalmente, se puede usar cualquier protocolo adecuado. En ese caso, los controladores 100a, 100b de luminaria estarán configurados para transmitir la pluralidad de mensajes en sus colas Qa, Qb de manera inalámbrica al controlador 100' de luminaria de enrutamiento de borde. De esa manera, los controladores 100a, 100b de luminaria pueden comunicarse entre sí, p. ej., como en una red en malla o en una red en estrella, mientras que los controladores 100' de luminaria de enrutamiento de borde pueden comunicarse de forma adicional con un dispositivo remoto 2000 a través de la red celular 3000'. Opcionalmente, el sistema 1000' de enrutamiento de borde, que puede incluir una luminaria, puede configurarse además para almacenar mensajes en una cola Qc de manera similar a como se hace en las luminarias 1000. A continuación, la pluralidad de mensajes almacenados en la cola Qc se puede transmitir directamente a través de la red celular 3000 al dispositivo remoto 2000.

La figura 4 ilustra una realización ilustrativa de las etapas realizadas o controladas por el controlador 100 de luminaria. En una primera etapa 401, se comprueba si es necesario transmitir datos. Cuando es necesario transmitir datos, se genera un mensaje con los datos en el tiempo en la etapa 402. En una tercera etapa 403, se comprueba si se necesita una indicación de tiempo para el tipo de mensaje que se ha generado en la etapa 402. Si se necesita una indicación de tiempo, en la etapa 404, el mensaje se asocia con una referencia de tiempo  $t_0$  y un tiempo de retraso  $\Delta t$ . En la etapa 405, el mensaje se almacena en una cola. Si se determina que no se necesita indicación de tiempo en la etapa 403, a continuación, el método también continúa con la etapa 405. En la etapa 406, se comprueban todos los mensajes en la cola si la siguiente condición es válida para cualquier mensaje en la cola:  $t > (t_0 + \Delta t - \text{umbral})$ , en donde el umbral puede ser un valor adecuado teniendo en cuenta

que se necesita algo de tiempo entre la etapa 406 y la transmisión real del mensaje. Si esta condición se cumple para uno cualquiera de los mensajes en la cola, todos los mensajes en la cola se transmiten en la etapa 407. Si no se cumple la condición de la etapa 406, el método continúa con la etapa 401.

5 La figura 5 ilustra otra realización ilustrativa de las etapas que pueden realizarse o controlarse mediante el controlador 100 de luminaria. Las etapas 501 y 502 son similares a las etapas 401 y 402 descritas anteriormente para la figura 4. Después de la etapa 502, el mensaje a transmitir está asociado con un tiempo  $t_s$  antes del cual es necesario enviar el mensaje. Esto se hace en la etapa 503. En una etapa siguiente 504, el mensaje se almacena en la cola. En la etapa 505, se comprueba para todos los mensajes en la cola si existe un mensaje para el que se cumple la siguiente condición:  $t > (t_s - \text{umbral})$ . Si se cumple la condición, el método continúa a la etapa 506 con la transmisión de todos los mensajes en la cola. Si no se cumple la condición, el método continúa con la etapa 501.

15 En otras palabras, en la realización de la figura 4, la indicación comprende un período de tiempo de retraso  $\Delta t$  dentro del cual es necesario transmitir el mensaje y una referencia de tiempo, p. ej., en forma de indicación de tiempo, tal como una indicación de tiempo que incluye la fecha y la hora UTC. La referencia de tiempo puede ser una referencia para un punto en el tiempo en el que se creó el mensaje, o una referencia para un punto en el tiempo en el que se midieron los datos medidos incluidos en el mensaje. Por ejemplo, en caso de un mensaje de lámpara averiada, se preferirá este último. El tiempo de retraso  $\Delta t$  puede seleccionarse entre una pluralidad de posibles tiempos de retraso diferentes.

20 El período de tiempo de retraso ( $\Delta t$ ) y la referencia de tiempo ( $t_0$ ) asociado a un mensaje, indican que el mensaje ha de enviarse antes de ( $t_0 + \Delta t$ ).

25 Opcionalmente, la referencia temporal ( $t_0$ ) puede transmitirse junto con el mensaje. Por ejemplo, cuando el mensaje indica una lámpara averiada, puede ser deseable conocer cuándo se rompió la lámpara y, para este fin, la referencia de tiempo ( $t_0$ ) puede transmitirse junto con el mensaje asociado.

30 Cabe señalar además que, cuando se trabaja con una referencia de tiempo y un tiempo de retraso, no es necesario que todos los mensajes en la cola estén asociados con una referencia de tiempo. Por ejemplo, un primer mensaje en la cola puede estar asociado con una primera referencia de tiempo y un primer tiempo de retraso, y un número de mensajes siguientes (en el ejemplo a continuación, los mensajes 2 y 3) pueden usar la misma primera referencia de tiempo y un valor incremental. Sin embargo, cuando el valor incremental es demasiado alto (p. ej., los mensajes 4 y 5 en el ejemplo a continuación), puede ser preferido incluir de nuevo una referencia de tiempo. Esto se ilustra en el ejemplo a continuación, que muestra una cola en la que los mensajes 1 a 5 se han almacenado uno tras otro, empezando con el mensaje 1:

35	Mensaje 1	Indicación de tiempo 1	$\Delta t_1$
	Mensaje 2	Valor incremental 1 w.r.t. Indicación de tiempo 1	$\Delta t_2$
	Mensaje 3	Valor incremental 2 w.r.t. Indicación de tiempo 1	$\Delta t_2$
40	Mensaje 4	Indicación de tiempo 2	$\Delta t_1$
	Mensaje 5	Indicación de tiempo 3	$\Delta t_3$

45 En la realización de la figura 5, la indicación comprende un tiempo absoluto  $t_s$  en el que es necesario enviar el mensaje, p. ej., en forma de una indicación de tiempo que incluye la fecha y la hora UTC en las que ha de transmitirse el mensaje.

50 La figura 7 ilustra otra realización ilustrativa de las etapas que pueden realizarse o controlarse mediante el controlador 100 de luminaria. Las etapas 701 y 702 son similares a las etapas 401 y 402 descritas anteriormente para la figura 4. Después de la etapa 702, el mensaje a transmitir está asociado con una indicación de prioridad  $p$  indicativa de un tiempo antes del cual es necesario enviar el mensaje asociado, correspondiendo la indicación de prioridad más alta a un mensaje que ha de enviarse inmediatamente. La indicación de prioridad  $p$  puede clasificarse en una pluralidad de niveles de prioridad, cada uno de la pluralidad de niveles de prioridad indicativo de una urgencia de transmisión diferente, p. ej. inmediatamente, tan pronto como sea posible, para enviarse en último lugar, etc. La asociación del mensaje con la indicación de prioridad  $p$  se realiza en la etapa 703. En una etapa siguiente 704, el mensaje se almacena en la cola.

55 En la etapa 705, se comprueba en todos los mensajes de la cola si es necesario actualizar su respectiva indicación de prioridad  $p$ . Dependiendo de las realizaciones, diversos parámetros pueden influir en la actualización en la indicación de prioridad  $p$ . La actualización en la indicación de prioridad puede ser un incremento o una disminución en un nivel de prioridad. Por ejemplo, el controlador 100 de luminaria puede incrementar automáticamente el nivel de prioridad del mensaje asociado basándose en un tiempo transcurrido por el mensaje en la cola. En otra realización, se pueden haber generado varios mensajes idénticos de la misma fuente o de diferentes fuentes en tiempos diferentes o similares y, basándose en el número de mensajes idénticos, se puede incrementar su nivel de prioridad ya que podría indicar una situación potencialmente más urgente. En otra realización más, el parámetro que activa el incremento en el nivel de prioridad puede ser la hora del día, ya que puede ser preferido transmitir mensajes durante un tiempo de transmisión preferido p. ej. entre las 12 pm y las 6 pm. En otra realización más, se puede procesar un diagnóstico basándose en diferentes mensajes, dicho diagnóstico indicativo de

un problema mayor, requiriendo de esta manera un aumento en el nivel de prioridad de los mensajes seleccionados. El experto entenderá que las indicaciones de prioridad  $p$  pueden incrementarse o disminuirse basándose en diversas combinaciones de parámetros.

- 5 En la etapa 706, se comprueba para todos los mensajes en la cola si existe un mensaje para el que se cumple la siguiente condición:  $p$  = prioridad más alta. Si se cumple la condición, el método continúa a la etapa 707 con la transmisión de todos los mensajes en la cola. Si no se cumple la condición, el método continúa con la etapa 701.

10 Un experto en la técnica reconocería fácilmente que las etapas realizadas por el controlador de luminaria o por el controlador de luminaria de enrutamiento de borde o por el servidor de extremo trasero pueden realizarse mediante ordenadores programados. En el presente documento, algunas realizaciones no reivindicadas también pretenden cubrir dispositivos de almacenamiento de programas, p. ej., medios de almacenamiento de datos digitales, que son legibles por máquina u ordenador y codifican programas de instrucciones ejecutables por máquina o ejecutables por ordenador, en donde dichas instrucciones realizan algunas o todas las etapas. Los dispositivos de almacenamiento de programas pueden ser, p. ej.,  
 15 memorias digitales, medios de almacenamiento magnético tales como discos magnéticos y cintas magnéticas, discos duros o medios de almacenamiento de datos digitales ópticamente legibles. Las realizaciones no reivindicadas también pretenden cubrir ordenadores programados para realizar dichas etapas.

20 Las funciones de los diversos elementos mostrados en las figuras, incluyendo cualquier bloque funcional etiquetado como “controladores”, pueden proporcionarse a través del uso de hardware especializado, así como hardware que puede ejecutar software en asociación con el software apropiado. Cuando se proporciona por un procesador, las funciones pueden ser proporcionadas por un único procesador dedicado, por un único procesador compartido, o por una pluralidad de procesadores individuales, algunos de los cuales pueden compartirse. Además, el uso explícito del término “controlador” no debe interpretarse como que se refiere exclusivamente al hardware que puede ejecutar software, y puede incluir  
 25 implícitamente, sin limitación, hardware de procesador de señal digital (DSP), procesador de red, circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), matriz de puertas programables en campo (FPGA), memoria de solo lectura (ROM) para almacenar software, memoria de acceso aleatorio (RAM) y almacenamiento no volátil. También se puede incluir otro hardware, convencional y/o personalizado. De manera similar, cualquier conmutador mostrado en las Figuras es solamente conceptual. Su función puede llevarse a cabo a través de la operación de lógica de programa, a través de lógica dedicada, a través de  
 30 la interacción de control de programa y lógica dedicada, o incluso manualmente, la técnica particular que puede seleccionarse por el implementador como se entiende más específicamente a partir del contexto.

35 Los expertos en la técnica deben apreciar que cualquier diagrama de bloques en el presente documento representa vistas conceptuales de circuitos ilustrativos que incorporan los principios de la invención. De manera similar, se apreciará que cualquier diagrama de flujo, esquemas de flujo, diagramas de transición de estado, pseudocódigos y similares representan diversos procesos que pueden estar sustancialmente representados en medio legible por ordenador y ejecutados por un ordenador o procesador, ya sea que tal ordenador o procesador se muestre explícitamente.

40 Aunque los principios de la invención se han expuesto anteriormente en relación con realizaciones específicas, debe entenderse que esta descripción se realiza simplemente a modo de ejemplo y no como una limitación del alcance de protección que se determina por las reivindicaciones adjuntas.

45

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de red de luminarias que comprende una o más luminarias (1000), en donde una luminaria de las mismas está provista de

5

  - un controlador (100) de luminaria, y
  - un dispositivo (300) de almacenamiento configurado para almacenar mensajes a transmitir en una cola (Q, Q1, Qa, Qb);

10

**caracterizado por que** el controlador de luminaria está configurado:

  - para asociar un mensaje en la cola (Q, Q1, Qa, Qb) con una indicación (t0, Δt; ts; p) de un tiempo antes del cual es necesario transmitir el mensaje;
  - para comprobar si la indicación de al menos un mensaje de una pluralidad de mensajes en la cola indica que dicho al menos un mensaje ha de transmitirse;
  - para transmitir la pluralidad de mensajes en la cola, cuando un resultado de la comprobación es que dicho al menos un mensaje ha de transmitirse.

15
2. El sistema de red de luminarias según la reivindicación 1, que comprende además al menos un dispositivo (200) de medición configurado para medir datos relacionados con la luminaria correspondiente y/o con el entorno de la misma, y en donde el controlador de luminaria está configurado para incluir dichos datos medidos y/o datos procesados basándose en los mismos, en un mensaje y almacenarlos en la cola del dispositivo de almacenamiento.

20
3. El sistema de red de luminarias según la reivindicación 2, en donde los datos medidos por el al menos un dispositivo de medición son uno cualquiera de los siguientes o una combinación de estos: una medida indicativa de una fuente de luz averiada, una medida del consumo de energía de la luminaria, un nivel de luz, datos de sonido, datos de audio, datos de calidad del aire, datos de imágenes, datos de visibilidad, datos de perturbación de la red eléctrica, datos de temperatura, datos de humedad, datos de vibración.

25

30
4. El sistema de red de luminarias según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la indicación comprende un período de tiempo de retraso dentro del cual es necesario transmitir el mensaje y una referencia de tiempo, preferiblemente en forma de una indicación de tiempo; y, opcionalmente, en donde la referencia de tiempo es una referencia para un punto en el tiempo en el que se creó el mensaje o una referencia para un punto en el tiempo en el que se midieron los datos medidos incluidos en el mensaje.

35
5. El sistema de red de luminarias según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la indicación comprende un tiempo absoluto en el que es necesario enviar el mensaje, y/o en donde el controlador de luminaria está configurado para seleccionar la indicación de una pluralidad de niveles de prioridad, estando cada nivel de prioridad asociado con un tiempo antes del cual es necesario transmitir un mensaje.

40
6. El sistema de red de luminarias según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un dispositivo (400) de usuario u operador configurado para proporcionar a un usuario u operador una interfaz de usuario que permite al usuario u operador configurar para cada tipo de mensaje de una pluralidad de tipos de mensajes, una indicación (t0, Δt; ts; p) de un tiempo antes del cual es necesario transmitir dicho tipo de mensaje, y comunicar dichas configuraciones al controlador de luminaria, y en donde el controlador de luminaria está configurado además para asociar un mensaje a transmitir con una indicación (t0, Δt; ts; p) de un tiempo antes del cual es necesario transmitir el mensaje basándose en dichas configuraciones.

45

50
7. El sistema de red de luminarias según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el controlador de luminaria está configurado para transmitir todos los mensajes en la cola cuando la cola está llena; y/o eliminar uno o más mensajes de la cola cuando la cola está llena.

55
8. El sistema de red de luminarias según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el controlador de luminaria está configurado para comprobar en momentos predeterminados en el tiempo, preferiblemente de manera periódica, si la indicación de cualquier mensaje de dicha pluralidad de mensajes en la cola indica que dicho mensaje ha de transmitirse.

60
9. El sistema de red de luminarias según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el dispositivo de almacenamiento está configurado para almacenar mensajes a transmitir en una pluralidad de colas (Q1, Q2, Q3), en donde el controlador de luminaria está configurado para asociar dicha pluralidad de colas con una pluralidad de esquemas de transmisión, en donde, según al menos un esquema de transmisión del mismo, el controlador de luminaria está configurado para asociar un mensaje en la cola con una indicación de un tiempo antes del cual es necesario transmitir el mensaje; y para transmitir una pluralidad de mensajes

65

- 5 en la cola, cuando la indicación de tiempo de al menos uno de los mensajes de dicha pluralidad de mensajes indica que dicho al menos un mensaje ha de transmitirse; y, opcionalmente, en donde la pluralidad de colas (Q1, Q2, Q3) comprende al menos una cola para almacenar mensajes relacionados con datos operativos de luminarias, y al menos una cola para almacenar mensajes relacionados con datos ambientales, tales como datos de imagen o datos de audio.
10. El sistema de red de luminarias según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el controlador de luminaria está configurado para transmitir la pluralidad de mensajes en la cola (Q) a través de una red celular (3000).
- 10 11. El sistema de red de luminarias según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un controlador (100') de luminaria de enrutamiento de borde, en donde el controlador (100) de luminaria está configurado para transmitir la pluralidad de mensajes en la cola (Qa) al controlador de luminaria de enrutamiento de borde, y en donde el controlador de luminaria de enrutamiento de borde está configurado para transmitir la pluralidad de mensajes de dicha cola (Qa) a través de una red celular (3000); y, opcionalmente, en donde el controlador de luminaria está configurado para comprimir la pluralidad de mensajes en la cola y para transmitir la pluralidad de mensajes comprimidos al controlador de luminaria de enrutamiento de borde.
- 15 12. El sistema de red de luminarias según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el controlador de luminaria está configurado para transmitir la pluralidad de mensajes en la cola cuando se recibe o genera un mensaje de transmisión de activación.
- 20 13. El sistema de red de luminarias según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el controlador de luminaria está configurado para eliminar uno o más mensajes en la cola o todos los mensajes en la cola, cuando se recibe un mensaje de eliminación de activación.
- 25 14. El sistema de red de luminarias según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el controlador de luminaria está configurado además para almacenar los mensajes en el dispositivo (300) de almacenamiento en una cola por turnos rotativos (Q2); y, opcionalmente, en donde la luminaria (1000) comprende además un dispositivo (400) de captura de imágenes, y en donde el controlador de luminaria está configurado además para almacenar datos de imágenes capturados por el dispositivo de captura de imágenes en la cola por turnos rotativos (Q2) del dispositivo (300) de almacenamiento.
- 30 15. Un programa informático que comprende instrucciones ejecutables por ordenador que, cuando el programa se ejecuta en un ordenador, hace que el ordenador controle un controlador de luminaria comprendido dentro de una luminaria de un sistema de red de luminarias para realizar las siguientes etapas:
- 35 -asociar un mensaje en una cola de mensajes a transmitir (Q, Q1, Qa, Qb), estando dicha cola almacenada en un dispositivo de almacenamiento comprendido dentro de la luminaria, con una indicación ( $t_0$ ,  $\Delta t$ ;  $t_s$ ; p) de un tiempo antes del cual es necesario transmitir el mensaje;
- 40 -comprobar si la indicación de al menos un mensaje de una pluralidad de mensajes en la cola indica que dicho al menos un mensaje ha de transmitirse;
- 45 -transmitir la pluralidad de mensajes en la cola, cuando un resultado de la comprobación es que dicho al menos un mensaje ha de transmitirse.

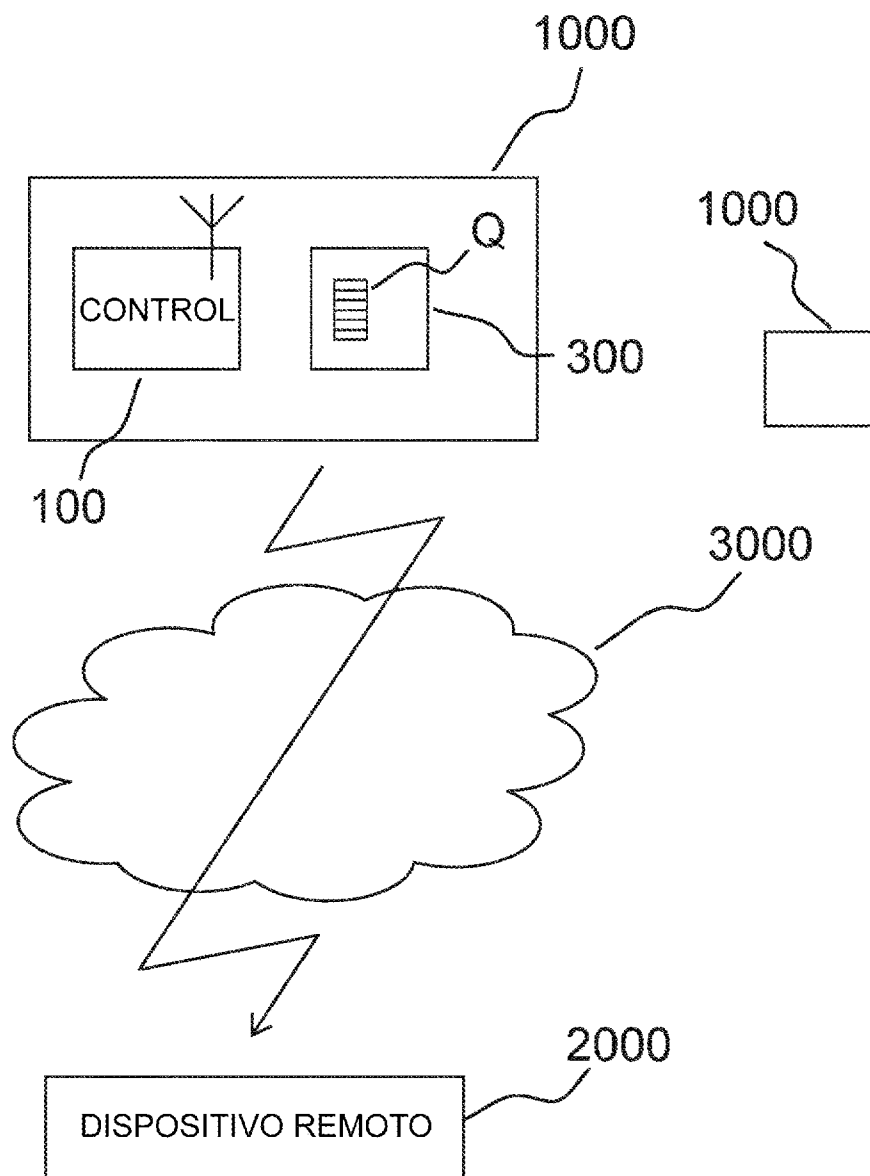


Figura 1

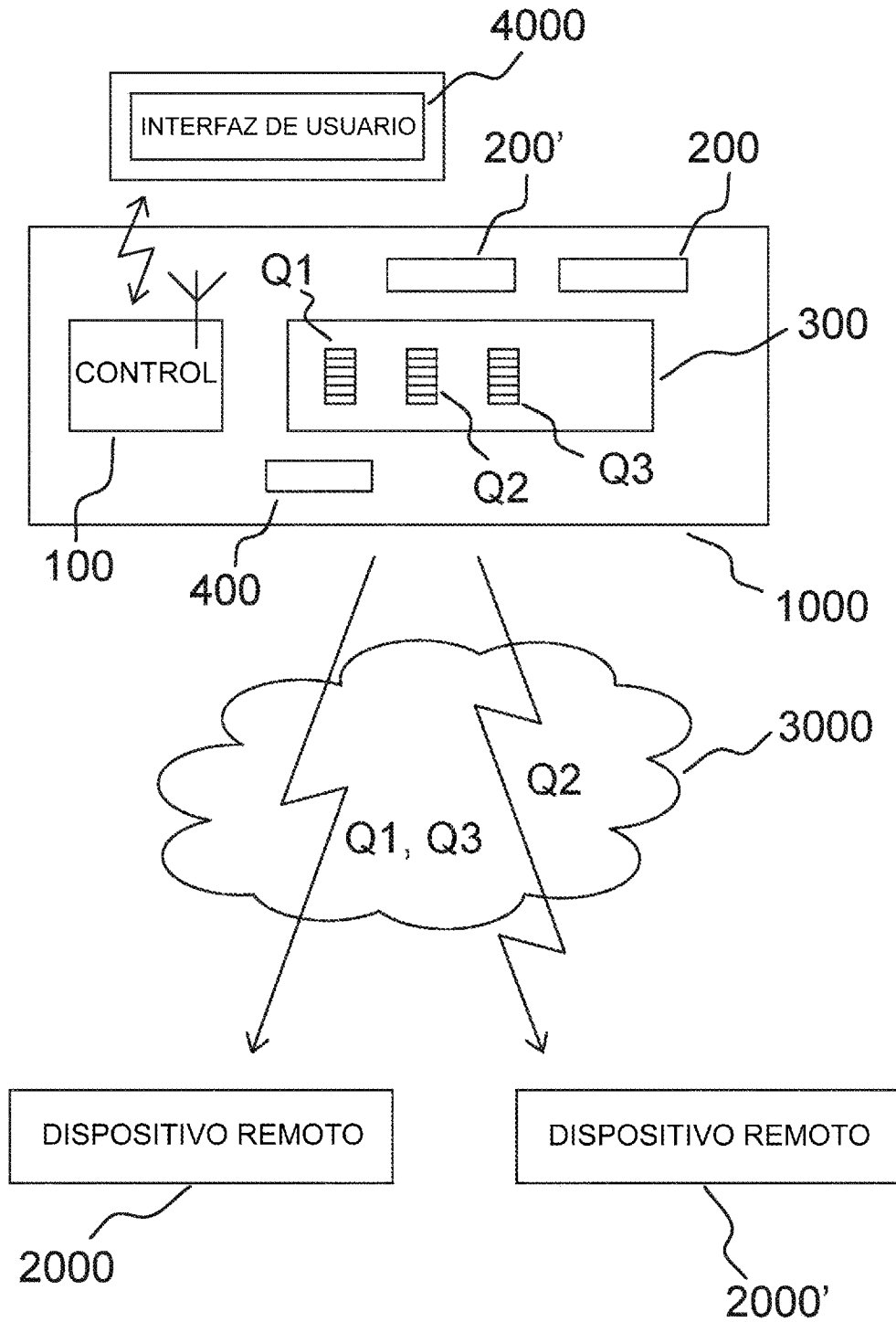


Figura 2

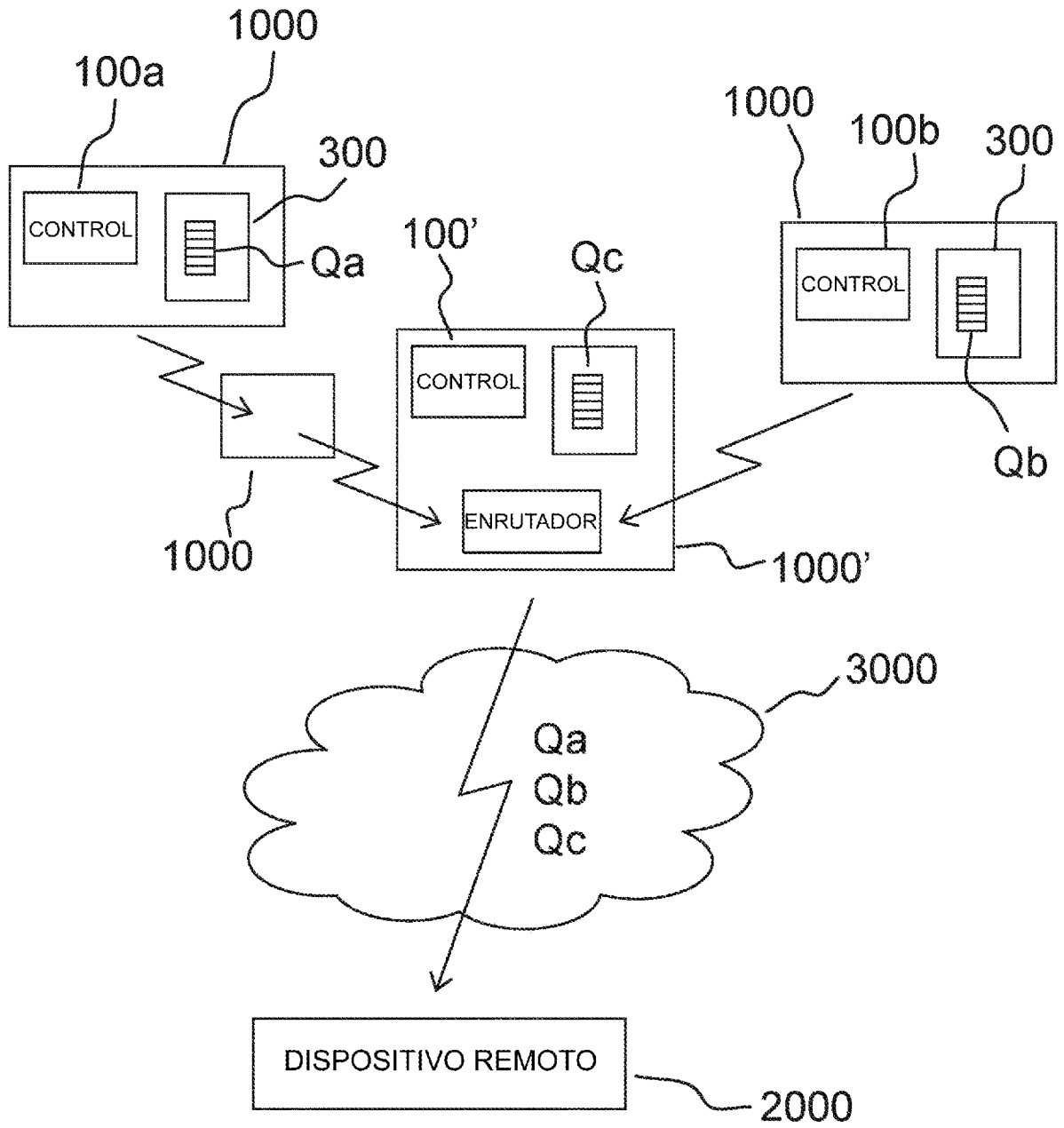


Figura 3

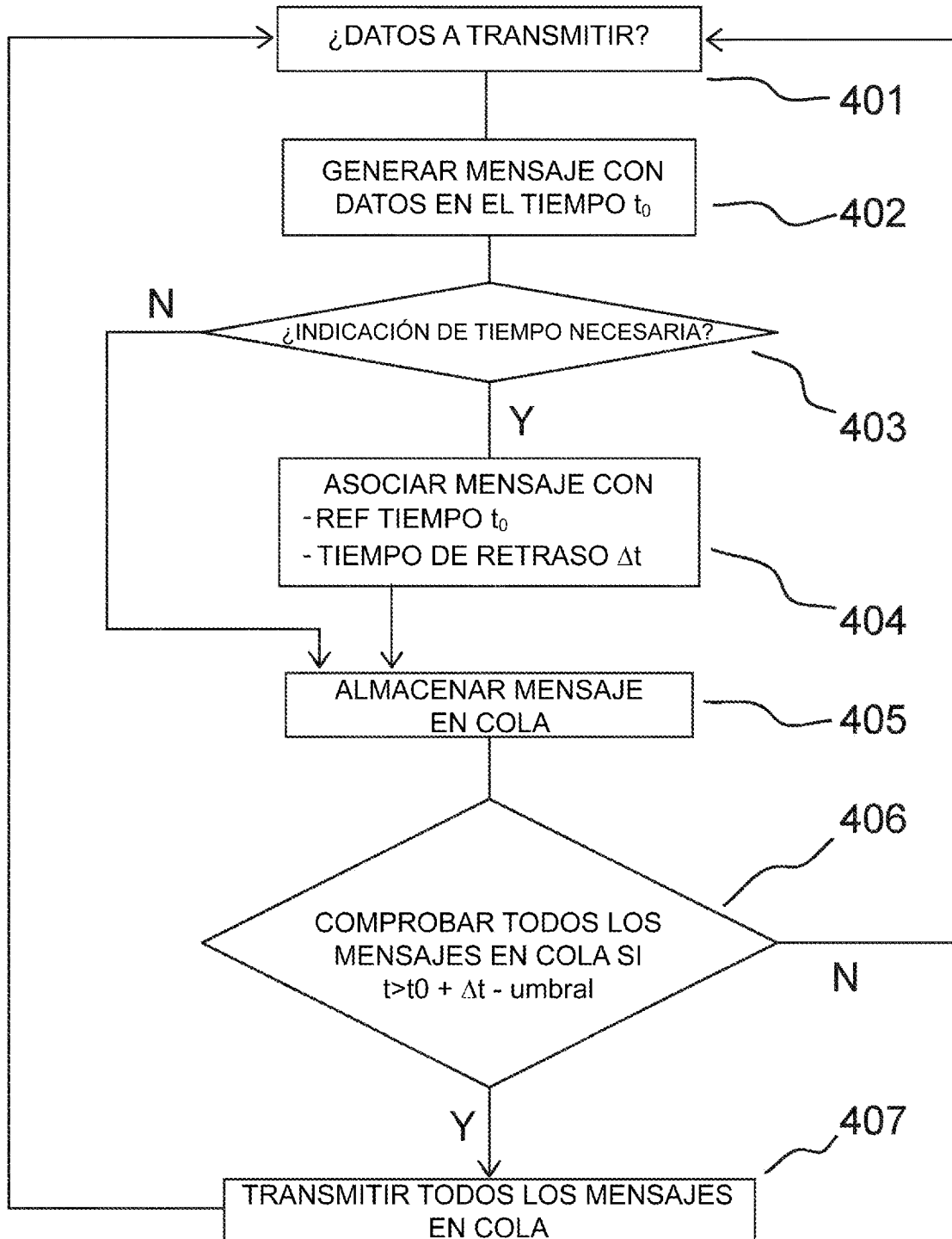


Figura 4

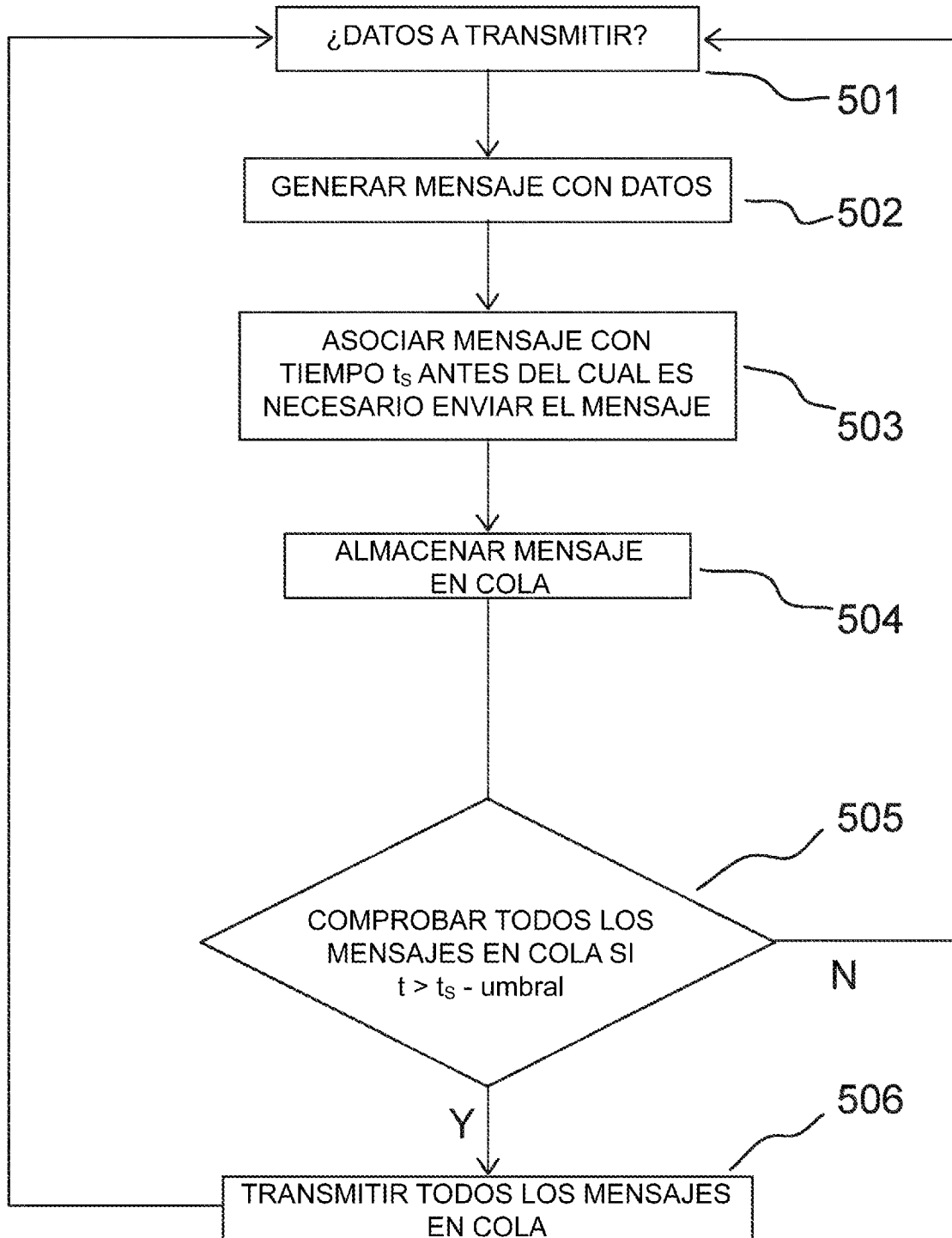


Figura 5

tipo de mensaje	$\Delta t$ (s)
1	70
2	600
3	6000
4	60.000

Figura 6

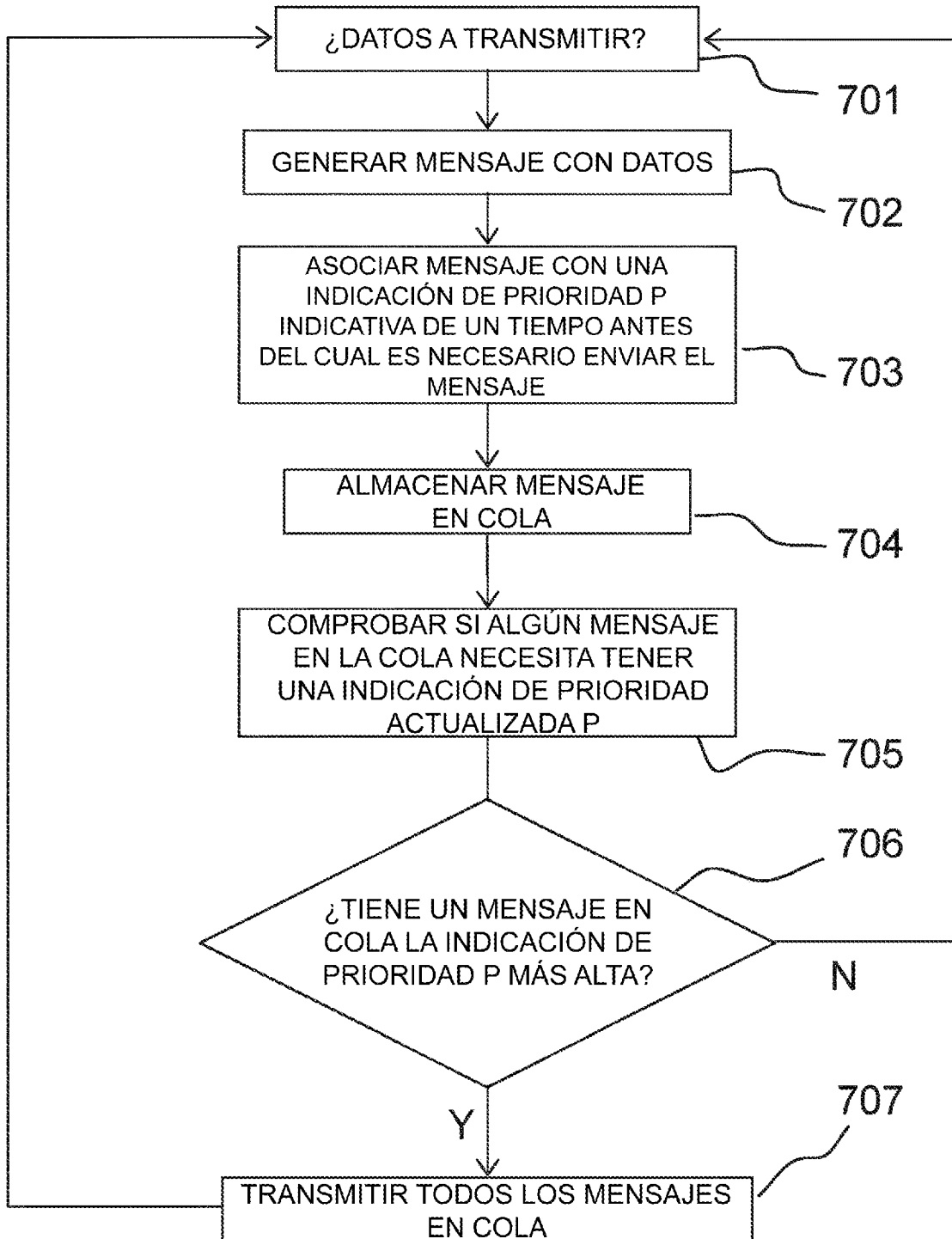


Figura 7