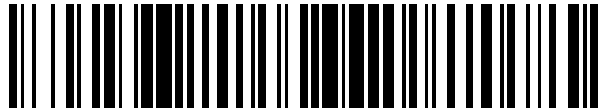


19



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 940 899**

21 Número de solicitud: 202290044

51 Int. Cl.:

H05B 47/23 (2010.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

17.09.2020

43 Fecha de publicación de la solicitud:

12.05.2023

71 Solicitantes:

**EFICEN RESEARCH, S.L. (100.0%)
Calle Pepe Blanco 2, 5º I
26140 Lardero (La Rioja) ES**

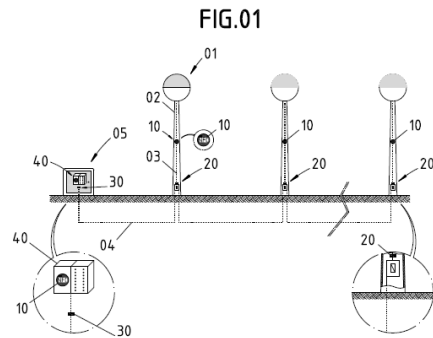
72 Inventor/es:

**SÁENZ-DÍEZ MURO, Juan Carlos;
SORIANO LÁZARO, Rafael;
VICENTE RUIZ, Carlos Javier;
JIMÉNEZ MACÍAS, Emilio;
BLANCO FERNÁNDEZ, Julio;
MARTÍNEZ CÁMARA, Eduardo;
PÉREZ DE LA PARTE, Mª Mercedes y
NIÑO MARTIN, Daniel**

54 Título: **Procedimiento de gestión y optimización energética en alumbrado exterior mediante el empleo de un sistema para su implementación**

57 Resumen:

Sistema de gestión y optimización energética en alumbrado exterior (1), del tipo de los que incorporan medios de mantenimiento e identificación de los cuadros generales de alumbrado (05) y de las luminarias de alumbrado exterior (01) con la finalidad de ubicar los cuadros (05) y luminarias (01) en un mapa digital junto a una pluralidad de características técnicas asociadas y procedimiento que emplea el sistema (1).



DESCRIPCIÓN

PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN Y OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA EN ALUMBRADO EXTERIOR MEDIANTE EL EMPLEO DE UN SISTEMA PARA 5 SU IMPLEMENTACIÓN

Objeto y sector de la técnica al que se refiere la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento de gestión y optimización energética en alumbrado exterior mediante el empleo de un sistema para su implementación.

10

El objeto de la invención consiste en un procedimiento, y sistema de implementación del mismo, para gestionar y mantener instalaciones de alumbrado exterior, así como para optimizar estas instalaciones mediante el cálculo de un nuevo indicador de eficiencia energética en la explotación y en el mantenimiento de dichas instalaciones, siendo por lo
15 tanto una herramienta de trabajo para la explotación y mantenimiento de instalaciones de alumbrado exterior. Este nuevo indicador se ha denominado “huella energética digital” consistente en una etiqueta digital almacenada en la memoria de usuario de una etiqueta de identificación dispuesta en cada n-luminaria del alumbrado exterior, así como de una copia sincronizada de la misma en un servidor.

20

La presente invención es individual con un único objetivo que preconiza un procedimiento de gestión y optimización energética en alumbrado exterior, así como el empleo de un sistema para su implementación.

25 La invención se sitúa en el sector técnico de la ingeniería electromecánica y, más concretamente, en el relativo a la eficiencia energética.

Generalidades

A nivel nacional (España), el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (RD
30 842/2002), Artículo 9, indica que se considerarán instalaciones de alumbrado exterior las que tienen por finalidad la iluminación de las vías de circulación o comunicación y las de

los espacios comprendidos entre edificaciones que, por sus características o seguridad general, deben permanecer iluminados, en forma permanente o circunstancial, sean o no de dominio público. Las condiciones que deben reunir las instalaciones de alumbrado exterior serán las correspondientes a su peculiar situación de intemperie y, por el riesgo
5 que supone, el que parte de sus elementos sean fácilmente accesibles.

Según el Diccionario de la Lengua Española (23^a edición, 2014), se define “identificar” como reconocer si una persona o cosa es la misma que se supone o se busca. La identificación está vinculada a la identidad, que es el conjunto de los rasgos propios de
10 un sujeto o de una cosa. Se conocen innumerables tipos de elementos para realizar la identificación de un objeto, centrándonos en las etiquetas de identificación por radiofrecuencia. En el estado de la técnica son conocidos diferentes tipos de identificación por radiofrecuencia, destacando las etiquetas RFID y NFC. El propósito fundamental de estos sistemas es transmitir la identidad de un objeto (similar a un número de serie único)
15 mediante ondas de radio; esto se logra mediante la utilización de etiquetas de radiofrecuencia. Una de las ventajas del uso de radiofrecuencia (en lugar, por ejemplo, de infrarrojos) es que no se requiere visión directa entre emisor y receptor. Las diferencias que presentan RFID y NFC frente a otros sistemas, como p.ej. bluetooth, WiFi Direct, etc., son una velocidad de transferencia inferior y que no es necesario el emparejamiento
20 de dispositivos. A continuación, se describen los tipos de etiquetas de radiofrecuencia pertenecientes al estado de la técnica más significativos en relación con el objeto de la invención:

Etiquetas RFID (RFID tag)

25 Un dispositivo de Identificación por Radiofrecuencia (*Radio Frequency Identification*, RFID) es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remoto que usa dispositivos con diferentes formatos, p.ej.: pegatinas, tarjetas o transpondedores. Las tecnologías RFID se agrupan dentro de las denominadas identificación automática (*Automatic Identification*, Auto ID). Las etiquetas RFID (RFID tag) son unos dispositivos
30 pequeños, similares a una pegatina, que pueden ser adheridas o incorporadas a un producto, un animal o una persona. Requieren de antenas para permitirles recibir y

responder a peticiones por radiofrecuencia desde un emisor-receptor RFID. Las etiquetas pasivas (*Electronic Article Surveillance*, EAS) no necesitan alimentación eléctrica interna (alcance máximo hasta los 16 m), mientras que las activas sí lo requieren (alcance máximo hasta los 100 m). Las etiquetas RFID pasivas (EAS) son la solución ideal para prevenir el robo de productos, debido a sus pequeñas dimensiones, su discreción y su facilidad de uso, estas etiquetas autoadhesivas disponen de sensores de alarma que activan los arcos antihurto de los establecimientos, si no han sido desactivadas previamente. Se conocen dos grandes grupos de etiquetas RFID activas: *High Frequency* (HF) como *Ultra High Frequency* (UHF). Las etiquetas RFID UHF son perfectas cuando la lectura debe realizarse a cierta distancia y si es necesario leer muchas etiquetas simultáneamente. Frecuencia: 869-915 Mhz. Las etiquetas RFID HF son adecuadas para lecturas a distancia más corta o en entornos susceptibles de generar mayor número de interferencias. Frecuencia: 13.56 MHz. Las etiquetas RFID activas se están convirtiendo en un estándar imprescindible para la logística de todo tipo de empresas, ya que facilitan la identificación y localización de productos, así como el reabastecimiento, teniendo una visión completa y a tiempo real de toda la cadena de distribución.

Etiquetas NFC (NFC tag)

Las etiquetas de Comunicación de Campo Cercano (*Near Field Communication*, NFC) son una evolución de la tecnología RFID. Consisten en una tecnología de comunicación inalámbrica, de corto alcance y alta frecuencia que permite el intercambio de datos entre dispositivos. Los estándares de NFC cubren protocolos de comunicación y formatos de intercambio de datos, y están basados en ISO 14443 (*Radio Frequency Identification*, RFID) y FeliCa. Los estándares incluyen ISO/IEC 180922 y los definidos por el Foro NFC (NFC Forum), fundado en 2004, por Nokia, Philips y Sony, y que hoy suma más de 170 miembros. También se puede usar, al igual que el Bluetooth, como protocolo para transferir archivos de un teléfono a otro, siendo incluso más veloz que este. Como en ISO 14443, NFC se comunica mediante inducción en un campo magnético, en donde dos antenas de espiral son colocadas dentro de sus respectivos campos cercanos. Trabaja en la banda de los 13,56 MHz, esto hace que no se aplique ninguna restricción y no requiera ninguna licencia para su uso. Soporta dos modos de funcionamiento: activo, ambos

dispositivos generan su propio campo electromagnético, que utilizarán para transmitir sus datos; pasivo, solo un dispositivo genera el campo electromagnético y el otro se aprovecha de la modulación de la carga para poder transferir los datos, siendo el iniciador de la comunicación el encargado de generar el campo electromagnético. NFC permite la

5 conectividad segura sin contacto entre dos dispositivos, con un intercambio de datos, pero empleando un dispositivo móvil de lectura/escritura sin antenas se requiere prácticamente que los dispositivos estén en contacto siendo el alcance máximo de sólo varios centímetros, es decir es un sistema de comunicación inalámbrico de corto alcance. Cada etiqueta NFC es única y dispone de su propio identificador, lo que permite proporcionar

10 desde información genérica, como instrucciones de uso y cupones, hasta aplicaciones más específicas, como venta cruzada, programas de fidelización, seguridad o autenticación del producto. Debido a que un gran número de smartphones en el mercado disponen de lector NFC, se puede crear una interacción dinámica con los consumidores, simplemente integrando una etiqueta NFC en las etiquetas del producto o en materiales promocionales,

15 proporcionando información específica en tiempo real a los usuarios.

Las características de una etiqueta NFC son:

- Capacidad Memoria: Cantidad total de memoria disponible en el chip. Esta memoria puede ser bloqueada para impedir que el chip se regrave con otra

20 información.

- Memoria Usuario: Suele ser el elemento más importante para el usuario. Es la memoria disponible para almacenar datos en el chip.
- Longitud URL: La longitud máxima de la URL a almacenar excluyendo la parte “http://”.

25

- Compatibilidad Móvil: Se puede usar con todos los teléfonos móviles actuales habilitados con tecnología NFC.
- NFC Forum Type 5: Indica si el chip NFC es compatible con las especificaciones NFC Forum Type 5.
- Número de Serie: El chip contiene un número de serie único que permite

30 identificarlo. Recuerda que se requiere una aplicación específica para acceder a dicha información.

- Criptografía: Una funcionalidad de seguridad en el chip que lo protege de ser clonado. Es una funcionalidad muy avanzada que requiere de conocimientos especializados y que no suele ser necesaria en aplicaciones NFC standard.
 - Fortaleza de escaneo: Es una indicación de la distancia relativa de escaneo del chip.
- 5

Entre las etiquetas NFC del mercado actual encontramos las siguientes prestaciones:

- ✓ Capacidad Memoria: 64 a 924 bytes.
- 10 ✓ Memoria Usuario: 48 a 888 bytes.
- ✓ Longitud URL: 41 a 854 caracteres.
- ✓ Número de serie: Sí, todas de 7 bytes.

Según el Diccionario de la Lengua Española (23^a edición, 2014), se define “localizar” a
15 determinar el lugar en que se halla alguien o algo. Aunque en el diccionario no se encuentra el término “geolocalización”, encontramos su definición en Wikipedia (<https://es.wikipedia.org/wiki/Geolocalizaci%C3%B3n>) como la capacidad para obtener la ubicación geográfica real de un objeto, como un radar, un teléfono móvil o un ordenador conectado a Internet. A continuación, se describen los tipos de etiquetas de
20 geolocalización pertenecientes al estado de la técnica más significativos en relación con el objeto de la invención:

Sistema de Posicionamiento Global (Global Positioning System, GPS)

Desde hace un tiempo los dispositivos telefónicos móviles incorporan receptores de GPS.
25 GPS es una red compuesta actualmente por unos 30 satélites que orbitan alrededor de la tierra. Cada satélite emite una señal sobre su ubicación cada cierto tiempo, y en la mayor parte de los lugares abiertos tendremos visibilidad desde nuestro dispositivo al menos a 4 de estos satélites. Las coordenadas geográficas de la ubicación del dispositivo móvil se obtienen por triangulación, con un margen de error máximo de 50 metros.

30

Sistema Global para las comunicaciones Móviles (Global System for Mobile communications, GSM)

GSM es el sistema global para las comunicaciones móviles que utiliza la red de telefonía en general. Alrededor de nuestra geografía existen antenas responsables de que nuestros
5 dispositivos telefónicos móviles tengan cobertura. Empleando tres parámetros: distancia a las antenas, tiempo que tarda la señal en ir a las antenas y la intensidad de la señal, se puede calcular la ubicación del dispositivo móvil, con un margen de error de hasta 200 m.

10 *Sistema WIFI (WPS) (Wireless Fidelity, WiFi; WiFi Protect Setup, WPS)*

Las redes WIFI (WPS) activas emiten una señal identificativa con su dirección física (*Media Access Control, MAC*). Conociendo a que red WIFI está conectado el dispositivo móvil se puede saber su localización, siendo el error máximo el de la cobertura de la red que tienen una cobertura típica de 25 metros en el interior de un edificio y 5 km en el
15 exterior.

La constante tendencia al alza del precio de la energía, así como las consecuencias medioambientales negativas asociadas a su consumo, hace que el uso racional de los recursos sea una exigencia social, que se refleja en la cada día más estricta normativa. En
20 las instalaciones de alumbrado exterior el problema repercute igualmente, pero, además, estas instalaciones requieren de un cuidado especial ya que son un componente esencial para la seguridad ciudadana y calidad de vida de los ciudadanos.

A nivel nacional (España), se calcula la eficiencia energética del alumbrado exterior en
25 base a los criterios recogidos en el “Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior y sus instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07” aprobadas en el RD 1890/2008, del 14 de noviembre, y el “Protocolo de auditoría energética de las instalaciones de alumbrado público exterior”, publicado en el IDAE en octubre de 2008. En dicho reglamento, no se contempló la aplicación de la tecnología
30 LED, sin embargo, sí ha sido recogida en su Guía Técnica de Aplicación (Mayo-2013 R1.1). A continuación, se describe el método de cálculo expuesto en el citado reglamento

por ser el más significativo perteneciente al estado de la técnica en relación con el objeto de la invención:

Cálculo de la eficiencia energética de una instalación de alumbrado exterior

- 5 La eficiencia energética (ε) de una instalación de alumbrado exterior se define como la relación entre el producto de la superficie (S) iluminada por la iluminancia media (E_m) en servicio de la instalación entre la potencia activa (P) total instalada:

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} \left(\frac{m^2 \cdot lux}{W} \right)$$

- 10 en donde:

ε , es la eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior ($m^2 \cdot lux/W$);

P, es la potencia activa total instalada (lámparas y equipos auxiliares) (W);

S, es la superficie iluminada (m^2);

- 15 E_m , es la iluminancia media en servicio de la instalación, considerando el mantenimiento previsto (lux).

- Obsérvese que la potencia activa instalada (P) se obtiene de los datos del fabricante de la lámpara y equipos auxiliares dispuestos en la luminaria. A modo de ejemplo, en el
 20 siguiente enlace: (<https://www.atpiluminacion.com/>), encontramos la siguiente luminaria cualquiera del estado de la técnica: - fabricante: ATP ILUMINACIÓN ®; - modelo de luminaria: ENUR P ®; - óptica: LED55 A5 ®, en la que la potencia (P) es de 55W.

Cálculo de la calificación energética de una instalación de alumbrado exterior

- 25 Las instalaciones de alumbrado exterior, excepto las de alumbrados de señales y anuncios luminosos y festivo y navideño, se calificarán en función de su índice de eficiencia energética.

El índice de eficiencia energética ($I\varepsilon$) se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación (ε) y el valor de eficiencia energética de referencia (ε_R) en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada:

5
$$I\varepsilon = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R}$$

Se definen como instalaciones de alumbrado vial funcional: viales de autopistas, autovías, carreteras y vías urbanas.

10 Se definen como instalaciones de alumbrado vial ambiental: el que se ejecuta generalmente sobre soportes de baja altura (3-5 m) en áreas urbanas para la iluminación de vías peatonales, comerciales, aceras, parques y jardines, centros históricos, vías de velocidad limitada, etc.

15 El valor de (ε_R) lo obtenemos de la tabla siguiente:

20

Alumbrado vial funcional		Alumbrado vial ambiental y otras instalaciones de alumbrado	
Iluminancia media en servicio proyectada E_m (lux)	Eficiencia energética de referencia ε_R $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$	Iluminancia media en servicio proyectada E_m (lux)	Eficiencia energética de referencia ε_R $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$
≥ 30	32	--	--
25	29	--	--
20	26	≥ 20	13
15	23	15	11
10	18	10	9
$\leq 7,5$	14	7,5	7
--	--	≤ 5	5

25 Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

Con objeto de facilitar la interpretación de la calificación energética de la instalación de alumbrado y en consonancia con lo establecido en otras reglamentaciones, se define una etiqueta que caracteriza el consumo de energía de la instalación mediante una escala de siete letras que va desde la letra A (instalación más eficiente y con menos consumo de energía) a la letra G (instalación menos eficiente y con más consumo de energía). El índice utilizado para la escala de letras será el índice de consumo energético (ICE) que es igual al inverso del índice de eficiencia energética:

$$ICE = \frac{1}{I_{\epsilon}}$$

10

La tabla siguiente determina los valores definidos por las respectivas letras de consumo energético, en función de los índices de eficiencia energética.

15

Calificación Energética	Índice de consumo energético	Índice de Eficiencia Energética
A	ICE < 0,91	$I_{\epsilon} > 1,1$
B	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq I_{\epsilon} > 0,92$
C	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq I_{\epsilon} > 0,74$
D	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq I_{\epsilon} > 0,56$
E	$1,79 \leq ICE < 2,63$	$0,56 \geq I_{\epsilon} > 0,38$
F	$2,63 \leq ICE < 5,00$	$0,38 \geq I_{\epsilon} > 0,20$
G	ICE $\geq 5,00$	$I_{\epsilon} \leq 0,20$

20

Entre la información que se debe entregar a los usuarios figurará la eficiencia energética (ϵ), su calificación mediante el índice de eficiencia energética (I_{ϵ}), medido, y la etiqueta que mide el consumo energético de la instalación, de acuerdo con el modelo que se indica a continuación:

	Calificación Energética de las Instalaciones de Alumbrado
5	<p>Más eficiente</p> <p>Menos eficiente</p>
10	<p>Instalación:</p> <p>Localidad / calle:</p> <p>Horario de funcionamiento:</p> <p>Consumo de energía anual (kWh/año):</p> <p>Emisiones de CO₂ anual (kgCO₂/año):</p> <p>Índice de eficiencia energética (I_E):</p> <p>Illuminancia media en servicio E_m (lux):</p> <p>Uniformidad (%):</p>

15 Un problema técnico que se encuentra en el método expuesto, empleado en el estado de la técnica, es que el cálculo de la eficiencia y calificación energética es como una foto fija que se realiza al inicio de la puesta en marcha de la instalación de alumbrado exterior. Es decir, el método conocido no permite evaluar de forma automatizada la eficiencia de las luminarias durante la vida útil de las mismas, ya que contempla la potencia de la luminaria

20 (P) obtenida de las características de esta, y aunque un experto en la materia podría solucionarlo midiendo la potencia (P') no se le ocurriría hacerlo, a partir del conocimiento del estado actual de la técnica, como reivindica la invención.

Vida útil de las lámparas de un alumbrado exterior

25 Encontramos en el documento de “Requerimientos técnicos exigibles” del Comité Español de Iluminación que la vida útil estimada de una luminaria es el periodo de tiempo en la que ésta funciona sin llegar a perder más de un porcentaje determinado de su flujo lumínico inicial. Está basada en la vida útil de todos los componentes que forman la misma. También se indica que los elementos que determinan la vida de la luminaria son

30 la envolvente, los soportes, el LED, el módulo LED, el *driver* y el resto de los componentes que pueden llegar a conformarla. Aunque los LED sigan el estándar LM80

aparecen nuevos factores que afectan a su vida útil como son la temperatura interior, la corriente de funcionamiento y las condiciones ambientales.

Son conocidos en el estado de la técnica diversos parámetros que afectan a la vida útil de un dispositivo eléctrico, pero no se conocen metodologías capaces de prever su evolución temporal, especialmente en el caso de lámparas de alumbrado externo debido a que su vida media es muy elevada (p.ej. más de 10 años para algunas lámparas LED y la mitad para algunas lámparas de descarga). Además, los parámetros críticos suelen presentar un comportamiento puntual errático.

10

Es por tanto una necesidad hace tiempo buscada el encontrar una metodología de mantenimiento de instalaciones de alumbrado exterior que contemple algún parámetro crítico involucrado en la vida útil remanente de lámparas de un alumbrado exterior, tal como preconiza la patente de invención.

15

Estado de la técnica anterior más próximo

En el estado de la técnica son conocidos sistemas de gestión energética en alumbrado exterior que emplean un programa de mantenimiento que requiere de un libro de registro en papel, en el cual el equipo de mantenimiento marca y registra todas las inspecciones rutinarias. El problema es que se exige demasiado papeleo y a veces los datos no son precisos, por lo que debido a la información imprecisa tareas de mantenimiento no se realizan o se duplica su realización, provocando una pérdida de calidad del servicio e incumplimiento de las inspecciones reglamentarias.

25 En el estado de la técnica más cercana también se conocen programas de mantenimiento que emplean libros de registro digitales capaces de programar las tareas de mantenimiento de modo automático, que además emplean medios de identificación con tecnología inalámbrica, tipo etiquetas NFC, en los cuadros y luminarias de un alumbrado exterior.

30 Tenemos entre otros los siguientes documentos:

- WO 2011/054029 A1, que describe un METHOD AND SYSTEM FOR PROVIDING MAINTENANCE VERIFICATION;
- WO 2008/067236 A3, que describe un APPARATUS AND METHOD FOR INSPECTING ASSETS IN A PROCESSING OR OTHER ENVIRONMENT;
- 5 – EP 1657610 A2, que describe un ASSET MAINTENANCE OR INSPECTION SYSTEM AND METHOD;
- ES 2597170 B1, que describe un SISTEMA DE VERIFICACIÓN DE INSPECCIONES EN EMPLAZAMIENTOS CON ELEMENTOS SUJETOS A INSPECCION PRESENCIAL Y METODO PARA DICHO SISTEMA.

10

En todos los documentos analizados, el número de serie de la etiqueta de identificación del elemento del alumbrado lo utilizan como puntero contra una base de datos para obtener, p.ej., de dicho elemento: las coordenadas geográficas (*Universal Transverse Mercator*, UTM), las tareas programadas de mantenimiento, etc.

15

Problema técnico planteado

Los sistemas del estado de la técnica anterior presentan una problemática que se centra fundamentalmente en los siguientes aspectos:

- 20 χ requieren de programas de mantenimiento que requieren de un libro de registro en papel que provoca una pérdida de calidad del servicio e incumplimiento de las inspecciones reglamentarias;
- χ los más modernos emplean programas informáticos capaces de realizar tareas de
25 gestión y optimización energética empleando medios de identificación en los cuadros y luminarias de un alumbrado exterior, pero que no almacenan los resultados, de las tareas de gestión y optimización energética y de eficiencia energética, en la propia etiqueta de identificación;
- 30 χ presentan métodos tediosos de iteración con los medios de identificación;

- χ en caso de que un experto en la materia quisiera intentar medir de forma automática la potencia consumida por la luminaria requiere del tendido de cables de medida o de costosos medios de envío de datos de forma inalámbrica, para monitorizar los consumos de las luminarias en tiempo real;
- 5
- χ no permiten la detección automática de lámpara fundida requiriendo energizar el alumbrado con el fin de inspeccionar visualmente si la lámpara se enciende;
- χ no permiten detectar automáticamente reemplazos de lámparas estropeadas por otras nuevas pero inadecuadas (tipo, potencia, etc.);
- 10
- χ no permiten evaluar de forma automatizada la eficiencia y calificación energética de las luminarias durante su vida útil.

15 **Ventaja técnica que aporta la invención**

El sistema (1) y procedimiento (P1) que la invención preconiza resuelve de forma plenamente satisfactoria la problemática anteriormente expuesta, en todos y cada uno de los diferentes aspectos comentados.

- 20 ✓ no requiere de libro de registro en papel;
- ✓ almacena los resultados, de las tareas de gestión y optimización energética y de eficiencia energética, en la propia etiqueta de identificación;
- 25 ✓ presenta un método sencillo de iteración automática implementado en los medios de identificación;
- ✓ monitoriza el consumo de las luminarias en tiempo real con la finalidad de calcular la vida útil restante de la lámpara sin requerir tendido de cables de medida o el
- 30 empleo de costosos medios de envío de datos de forma inalámbrica;

- ✓ permite la detección automática de lámpara fundida, quedando el registro del estado de cada lámpara en la su etiqueta de identificación;
- 5 ✓ permite detectar automáticamente reemplazos de lámparas estropeadas por otras nuevas pero inadecuadas (tipo, potencia, etc.), quedando el registro del estado de cada lámpara en la su etiqueta de identificación;
- 10 ✓ permite evaluar de forma automatizada la eficiencia y calificación energética de las luminarias durante su vida útil, quedando el registro del estado de cada lámpara en la su etiqueta de identificación;

Además, la presente invención preconiza un nuevo indicador que se ha denominado “huella energética digital” cuyo resultado se materializa en una etiqueta digital almacenada en la memoria de usuario de la etiqueta de identificación de cada n-luminaria de alumbrado exterior, así como en una copia sincronizada de la misma en un servidor.

Breve descripción de las figuras

Para complementar la descripción y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de figuras con carácter ilustrativo y no limitativo.

Glosario de referencias

- (0) Instalación de alumbrado exterior, cualquiera del estado de la técnica anterior;
- 25 (01) Luminaria de alumbrado exterior;
- (02) Columna;
- (03) Cable de alimentación luminaria;
- (04) Cable de alimentación circuito de luminarias;
- 30 (05) Cuadro general de alumbrado;

- (1)** Sistema de gestión y optimización energética en alumbrado exterior, objeto de la invención;

- (10)** Etiqueta de identificación;

- 5 **(20)** Sensor inductivo emisor de datos;
 - (201) Toroidal intensidad;
 - (2011) Secundario intensidad;
 - (2012) Secundario alimentación;

- 10 **(202)** Toroidal datos;
 - (2021) Secundario datos;
 - (203) Circuito electrónico;

- (30)** Sensor inductivo captador de datos;

- 15 **(301)** Toroidal intensidad;
 - (3011) Secundario intensidad;
 - (3012) Secundario alimentación;
 - (302) Toroidal datos;
 - (3021) Secundario datos;

- 20 **(303)** Circuito electrónico;
- (304)** Canal analógico;
- (305)** Canal datos;

- (I)** Intensidad primario;

- 25 **(Id)** Portadora datos primario;
- (I')** Intensidad secundaria;
- (Id')** Portadora datos secundario;

- (40)** Controlador lógico programable inalámbrico;

- 30 **(401)** Sensor inalámbrico de lectura y escritura activa;
- (50)** Dispositivo móvil;

(60) Ordenador;

(70) Tarjeta de identificación usuario;

(P1) Procedimiento de gestión y optimización energética en alumbrado exterior, objeto
5 de la invención;

(P11) Aplicación móvil;

(P12) Programa ordenador;

(P13) Servidor web.

10

Figura 01 (Fig.01). - muestra una vista de conjunto de una instalación de alumbrado exterior (0), cualquiera del estado de la técnica anterior, con la disposición de los diferentes elementos del sistema de gestión y optimización energética en alumbrado exterior (1), objeto de la invención;

15

Figura 02 (Fig.02). - muestra una vista en alzado de unos sensores inductivos (20,30); en **Fig.02A** un sensor inductivo emisor de datos (20) y en **Fig.02B** un sensor inductivo captador de datos (30);

20 **Figura 03 (Fig.03).** - muestra una vista esquemática de un sensor inductivo emisor de datos (20);

Figura 04 (Fig.04). - muestra una vista esquemática de un sensor inductivo captador de datos (30);

25

Figura 05 (Fig.05). - muestra una vista en alzado de un controlador lógico programable inalámbrico (40) y una vista en corte para observar su sensor inalámbrico de lectura y escritura activa (401);

30 **Figura 06 (Fig.06).** - muestra un diagrama de flujo de la ETAPA “condiciones iniciales” del módulo de procedimiento aplicación móvil (P11);

Figura 07 (Fig.07). - muestra un diagrama del resto de las etapas, objeto de la invención, de las ETAPAS del módulo de procedimiento aplicación móvil (P11).

Descripción detallada de la invención y exposición detallada de un modo de realización preferente de la invención

Se describe detalladamente una realización preferente de la invención, de entre las distintas alternativas posibles, mediante enumeración de sus componentes, así como de su relación funcional en base a referencias a las figuras, que se han incluido, a título ilustrativo y no limitativo, según los principios de las reivindicaciones.

10

Se hace referencia a las figuras según sea necesario de acuerdo a conseguir una mejor comprensión de lo mostrado en las mismas.

La invención preconiza un sistema de gestión y optimización energética en alumbrado exterior (1), del tipo de los que incorporan medios de mantenimiento e identificación de los cuadros generales de alumbrado (05) y de las n-luminarias de alumbrado exterior (01) con la finalidad de ubicar los cuadros (05) y luminarias (01) en un mapa digital junto a una pluralidad de características técnicas asociadas, y que se **caracteriza porque** los medios de mantenimiento e identificación comprenden:

20

- una pluralidad de etiquetas de identificación (10) que se disponen en los elementos de la instalación de alumbrado exterior (0), principalmente en el cuadro general de alumbrado (05), en el controlador lógico programable inalámbrico (40) y en cada una de las n-luminarias de alumbrado exterior (01), y cuya lectura o escritura de las etiquetas (10) se realiza con un dispositivo móvil (50) mediante una aplicación móvil (P11) instalada en el mismo.

25

En una realización preferente las etiquetas de identificación (10) son de tecnología inalámbrica pasiva tipo NFC adhesivas, a prueba de agua, antimetal (forma de la antena específica), adecuadas para la aplicación en superficies metálicas; chip NTAG21x, compatible con todos los dispositivos NFC. Todas las etiquetas NFC funcionan con una

30

frecuencia de 13,56 MHz; se puede disponer una o varias etiquetas en cada elemento según se desee.

Según otra configuración, las etiquetas de identificación (10) son etiquetas NFC hechas de ABS, para uso industrial, antimetal, a prueba de agua, adhesivas y con un agujero central para fijarse mejor.

El dispositivo móvil (50) en una realización preferente es un smartphone que disponga de un sensor activo NFC, y este debe estar habilitado.

10

- una tarjeta de identificación usuario (70) que la porta el técnico de mantenimiento o inspección en la que se adhiere una etiqueta de identificación (10) y que tiene la funcionalidad de aportar la identidad del usuario a la aplicación móvil (P11).

15 En una realización preferente la tarjeta (70) es un soporte plástico en que se adhiere una etiqueta de identificación (10) de tecnología inalámbrica pasiva tipo NFC en soporte pegatina. La etiqueta lleva precargada la identificación del usuario, así como una clave que requiere ser conocida por el usuario. Para reutilizar la tarjeta (70) con el fin de que la emplee otro usuario basta con reemplazar la pegatina.

20

Según otra configuración la tarjeta (70) es un smartphone con tecnología NFC, en el que el smartphone capta la medida biométrica del usuario y la envía mediante NFC para proceder a su identificación.

- 25
- una pluralidad de sensores inductivos emisor de datos (20) (**Fig.01**) que están acoplados al cable de alimentación luminaria (03) de cada n-luminaria (01), disponiendo cada sensor (20) de los medios para enviar de forma codificada el dato de la intensidad medida a través del cable (03) así como para alimentar dichos medios a partir del campo magnético creado por la corriente del cable (03) a
- 30
- medir, que comprende en un único cuerpo:

- un toroidal intensidad (201) (**Fig.03**) construido de chapa magnética, que permite trabajar a 50 Hz, que está acoplado al cable de alimentación luminaria (03) por el cual discurre la intensidad primario (I) a medir y que dispone de dos devanados secundarios: - un secundario intensidad (2011), que envía la intensidad secundaria (I') a un circuito electrónico (203) que transduce dicha intensidad (I') para normalizarla, escalarla y convertirla a una corriente portadora datos secundario (Id') de alta frecuencia; - un secundario alimentación (2012), que alimenta dicho circuito (203);
- un toroidal datos (202) (**Fig.03**) construido de ferrita cerámica que permite trabajar hasta 100 MHz, también acoplado al cable de alimentación luminaria (03), que dispone de un devanado secundario datos (2021), al que le llega la corriente portadora datos secundario (Id') y la acopla al cable (03) mediante el toroidal (202) en forma de portadora datos primario (Id).

15

La intensidad denominada intensidad primario (I), que recorre el cable de alimentación luminaria (03), proviene del consumo de cada n-luminaria y debe recorrer (**Fig.02A**) primero el toroidal intensidad (201) y después el toroidal datos (202), apareciendo en el cable (03), después de dicho recorrido, una intensidad compuesta formada por la intensidad (I) más la portadora de datos (Id); bloqueando el toroidal (202) de ferrita el resto de las portadoras de datos que vienen del resto de las n-luminarias por el mismo cable de alimentación (03) al que están conectadas.

En una realización preferente (**Fig.01**) el sensor inductivo emisor de datos (20) se ubica en el interior de la columna (02) de cada n-luminaria (01).

El principio de funcionamiento del sensor (20) (**Fig.03**) consiste en que sobre la intensidad de red acopla una portadora modulada en frecuencia o en amplitud de modo que los cables de alimentación (03) actúen de transmisores de datos; los datos pueden ser analógicos o digitales, dependiendo del tipo de protocolo o estándar utilizado en la codificación dentro del transmisor.

- un sensor inductivo captador de datos (30) (**Fig.01**) que está acoplado al cable del circuito de luminarias (04), disponiendo el sensor (30) de los medios para transducir la intensidad medida dándole salida a través de un canal analógico (304) y captar las intensidades de cada n-luminaria (01), que de forma codificada le llegan a través del cable (04), para transducirlas dándoles salida por un canal de datos (305), así como para alimentar dichos medios a partir del campo magnético creado por la corriente del cable (04)) a medir, que comprende en un único cuerpo:
5
- un toroidal intensidad (301) (**Fig.04**) construido de chapa magnética, que permite trabajar a 50 Hz, que está acoplado al cable de alimentación circuito luminarias (04) por el cual discurre la intensidad primario (I) a medir y que dispone de dos devanados secundarios: - un secundario intensidad (3011), que envía la intensidad secundaria (I') a un circuito electrónico (303) que transduce dicha intensidad (I') para normalizarla, escalarla y convertirla dándole salida a través de un canal analógico (304); - un secundario alimentación (3012), que alimenta dicho circuito (303);
10
15
- un toroidal datos (302) (**Fig.04**) construido de ferrita cerámica que permite trabajar hasta 100 MHz, también acoplado al cable alimentación circuito luminarias (04), que capta una intensidad compuesta formada por una intensidad primario (I) más una portadora de datos (Id) para mediante un devanado secundario datos (3021) extraer la corriente portadora datos secundario (Id') de alta frecuencia para enviarla a un circuito electrónico (303) que transduce dicha intensidad (Id') para normalizarla, escalarla y convertirla dándole salida a través de un canal datos (305).
20
25

La intensidad compuesta por la intensidad primario (I) y la portadora datos primario (Id),
30 que recorre el cable de alimentación circuito luminarias (04), proviene del consumo del conjunto de las n-luminarias que forman parte del circuito de alumbrado y debe recorrer

(**Fig.02B**) primero el toroidal datos (302) y después el toroidal intensidad (301), apareciendo en el cable (04), después de dicho recorrido, sólo la intensidad (I), ya que el toroidal (302) de ferrita bloquea la portadora de datos.

- 5 En una realización preferente (**Fig.01**) el sensor inductivo captador de datos (30) se ubica en el interior del cuadro general de alumbrado (05).

El principio de funcionamiento del sensor (30) (**Fig.04**) consiste en que sobre la intensidad de red extrae una portadora modulada en frecuencia o en amplitud ya que los
10 cables de alimentación (04) actúan de transmisores de datos; los datos pueden ser analógicos o digitales, dependiendo del tipo de protocolo o estándar utilizado en la codificación dentro del transmisor.

Estos sensores (20,30) (**Fig.03-04**) se alimentan de la propia intensidad eléctrica que
15 miden, ya que en este caso cuando el alumbrado exterior no esté energizado no se pueden autoalimentar, pero tampoco se requiere la monitorización del consumo. Mediante estos medios se conoce el consumo eléctrico de cada n-luminaria (01) con el fin de calcular la huella energética digital. También se puede saber si hay presuntos robos de energía eléctrica en el cableado si el consumo total, también medido, no coincide con la suma de
20 los consumos de las luminarias. Además, si el consumo de una luminaria es menor o mayor al previsto en sus características técnicas se pueden detectar los siguientes problemas: la lámpara se está agotando, la lámpara se ha reemplazado por el servicio de mantenimiento municipal por otra que no es de la potencia adecuada, etc. Finalmente, si una luminaria energizada no presenta consumo es indicación de que está fundida.

25

- un controlador lógico programable inalámbrico (40) (**Fig.01**) en el que en la parte exterior de la carcasa (**Fig.05**) se adhiere una etiqueta de identificación (10) y en el interior de la misma y, enfrente a la etiqueta (10), un sensor inalámbrico de lectura y escritura activa (401) conectado con la unidad central de proceso y que
30 dispone de los medios necesarios activos para leer y escribir en dicha etiqueta (10) las intensidades de cada n-luminaria (01), recibidas por en canal datos (305), así

como la intensidad total medida en el cable de alimentación (04), recibida por el canal analógico (304) y dispone también de los medios para enviar los valores registrados y procesados a un servidor web (P13).

5 En una realización preferente el sensor de lectura y escritura activa (501) es de tipo NFC.

- un ordenador (60) dotado de un programa ordenador (P12) instalado en dicho equipo, que incorpora medios de gestión y optimización energética en alumbrado exterior, así como medios de comunicación con una pluralidad de dispositivos

10 móviles (50) y con un servidor web (P13) para generar un libro de registro digital;

En una realización preferente un servidor web (P13) consistente en un programa informático, que incorpora medios para procesar una aplicación del lado del servidor, realizando conexiones bidireccionales o unidireccionales y síncronas o asíncronas con
15 una pluralidad de ordenadores (60) y de dispositivos móviles (50) generando o cediendo una respuesta en cualquier lenguaje o aplicación del lado del cliente (50-60). Las lámparas de tipo LED están formadas por una matriz de diodos LED que con el paso del tiempo suelen ir apagándose individualmente provocando un consumo de intensidad eléctrica menor que lo prefijado, además también se puede dar un fallo generalizado por lo que la
20 intensidad consumida será nula. Los datos del consumo de cada n-luminaria, y del consumo total, el controlador los escribe en la etiqueta (10) así como los envía, p.ej., por internet al servidor web (P13). Por lo tanto, la base de datos del servidor web (P13), enviará a la aplicación móvil (P11) y al programa de ordenador (P12) los datos de consumos y la aplicación (P11) y el programa (P12) además de mostrar dichos datos los
25 representarán en forma gráfica para indicar: lámpara fundida, lámpara deficiente, etc.

Procedimiento de gestión y optimización energética en alumbrado exterior (P1) mediante el empleo de un sistema (1) para su implementación

Se describe detalladamente un procedimiento preferente de gestión y optimización
30 energética en alumbrado exterior (P1) que utiliza el dispositivo de gestión y optimización

energética en alumbrado exterior (1) mediante la enumeración de las etapas a ejecutar según el orden indicado.

La invención preconiza un procedimiento de gestión y optimización energética en alumbrado exterior (P1) que utiliza el sistema de gestión y optimización energética en alumbrado exterior (1), del tipo de los que interactúan con medios de mantenimiento e identificación de los cuadros generales de alumbrado (05) y de las n-luminarias de alumbrado exterior (01) con la finalidad de ubicar los cuadros (05) y luminarias (01) en un mapa digital junto a una pluralidad de características técnicas asociadas, que emplea el sistema de gestión y optimización energética en alumbrado exterior (1), que comprende los siguientes módulos de procedimiento implementados en:

- un programa ordenador (P12), instalado en uno o en una pluralidad de ordenadores (60), que incorpora medios de comunicación con una pluralidad de dispositivos móviles (50) y con un servidor web (P13) para generar un libro de registro digital;
- un servidor web (P13) consistente en un programa informático, que incorpora medios para procesar una aplicación del lado del servidor, realizando conexiones bidireccionales o unidireccionales y síncronas o asíncronas con una pluralidad de ordenadores (60) y de dispositivos móviles (50) generando o cediendo una respuesta en cualquier lenguaje o aplicación del lado del cliente (50-60);
- una aplicación móvil (P11), instalada en uno o en una pluralidad de dispositivos móviles (50), que incorpora medios para poder realizar tareas de mantenimiento *in situ* así como detectar la posición de cualquier elemento mediante sistema de posicionamiento global (*Global Positioning System*, GPS), que comprende las siguientes etapas:

ETAPA “condiciones iniciales”. Escritura de datos iniciales en la etiqueta de identificación (10) ubicada en el cuadro general de alumbrado (05) o en el

controlador lógico programable inalámbrico (40) o en cada una de las n-luminarias de alumbrado exterior (01).

Un técnico de mantenimiento o de inspección aproxima, hasta que estén prácticamente
 5 en contacto físico, un dispositivo móvil (50) a una etiqueta de identificación (10), y automáticamente se inicia la aplicación móvil (P11) instalada en el dispositivo (50), solicitándose al usuario que aproxime la tarjeta de identificación usuario (70) para que en caso de que sea correcta de forma automática se proceda a la lectura del número de serie de la etiqueta (10), excepto si no coincide la clave de seguridad precargada en la
 10 aplicación a partir de la tarjeta (70) con la de la etiqueta (10) que inhabilitaría la lectura de la misma y de la aplicación móvil (P11).

La etapa “condiciones iniciales” comprende las siguientes sub-etapas (la **Fig.06** muestra un diagrama de flujo que representa de forma gráfica la etapa de “condiciones iniciales”
 15 del módulo de procedimiento aplicación móvil (P11), que en un modo de realización preferente la etapa de “condiciones iniciales” se realiza cuando hay que etiquetar un elemento inventariado de una instalación de alumbrado exterior (0). Nótese, que el diagrama de flujo cumple los estándares (IEC 1131, EN61131) para representar un diagrama de control con etapas y transiciones (*Grphe Fonctionnel de Commande Etape*
 20 *Transition*, GRAFCET); el procedimiento irá activando en este caso cada una de las sub-etapas y desactivando la anterior conforme se vayan cumpliendo cada una de las condiciones de transición, que se han representado con una línea horizontal con una flecha indicando el sentido del recorrido; estas condiciones en general son el cumplimiento en pantalla de una acción del usuario):

25

- **Etapa “ci.1”. Importar del servidor web (P13) el inventario de la instalación de alumbrado exterior (0) desde un dispositivo móvil (50).** El inventario ha tenido que hacerse con anterioridad.

- **Etapa “ci.2”. Seleccionar la instalación de alumbrado exterior (0) que se desee por localización o por cuadro general de alumbrado (05) o por el filtro que se desee.**

- 5 – **Etapa “ci.3”. Seleccionar en el mapa el cuadro general de alumbrado (05) o el controlador lógico programable inalámbrico (40) o la luminaria (01) que se desee para acceder a la información del elemento seleccionado.**

- 10 – **Etapa “ci.4”. Asignar o modificar etiqueta de identificación (10) del elemento seleccionado.**

- **Etapa “ci.5”. Escribir la memoria de usuario de la etiqueta (10) del elemento seleccionado, con los datos iniciales provenientes del inventario, al acercar el dispositivo móvil (50) a la etiqueta (10).**

- 15 – **Etapa “ci.6”. Vincular de forma automática, en el inventario de la instalación de alumbrado exterior (0) del servidor web (P13), el número de serie de la etiqueta de identificación (10) con el elemento etiquetado (01,05,40).** Si en ese momento el dispositivo móvil (50) tiene cobertura de internet se sincronizarán automáticamente los datos de la aplicación móvil (P11) y el servidor web (P13); si, por el contrario, no se dispone de red se almacenarán los datos de forma local en el dispositivo móvil (50) hasta que se sincronicen automáticamente al disponer de cobertura.

- 20

- 25 Estando **caracterizado porque** el módulo de procedimiento implementado en la aplicación móvil (P11), con la finalidad de escribir y leer un indicador denominado huella energética digital almacenada en la memoria de usuario de la etiqueta de identificación (10) de cada n-luminaria de un alumbrado exterior (01), así como en una copia sincronizada de la misma en un servidor web (P13), además comprende al menos las
- 30 siguientes etapas (la **Fig.07** muestra un diagrama de flujo que representa de forma gráfica las etapas del módulo de procedimiento aplicación móvil (P11); la representación gráfica

de la misma manera que se ha explicado anteriormente; las acciones asociadas a cada etapa se realizarán en función de la etapa activa a la que están asociadas):

ETAPA “a”: Lectura de la clave, número de serie y de la memoria de usuario en la
5 **etiqueta de identificación (10) ubicada en el controlador lógico programable**
inalámbrico (40), al acercar el dispositivo móvil (50) a la etiqueta (10). (Fig.07)

Un técnico de mantenimiento o de inspección aproxima, hasta que estén prácticamente en contacto físico, el dispositivo móvil (50) a la etiqueta de identificación (10) ubicada
10 en el controlador lógico programable inalámbrico (40), y automáticamente se inicia la aplicación móvil (P11) instalada en el dispositivo (50), solicitándose al usuario que aproxime la tarjeta de identificación usuario (70) para que en caso de que sea correcta de forma automática se proceda a la lectura del número de serie y de la memoria de usuario de la etiqueta (10), excepto si no coincide la clave de seguridad precargada en la
15 aplicación a partir de la tarjeta (70) con la de la etiqueta (10) que inhabilitaría la lectura de la misma y de la aplicación móvil (P11).

Hay que destacar que el técnico sólo tiene que acercar su dispositivo móvil (50) a la tarjeta (70) y a las etiquetas (10) para que se realice de forma automática el resto de la etapa “a”,
20 sin requerirse iteraciones que pueden provocar errores o cuando menos retrasos especialmente ante inclemencias de tiempo.

La etiqueta de identificación (10) contiene en la memoria de usuario el tipo de elemento a gestionar, en este caso el controlador lógico programable inalámbrico (40) que forma
25 parte de la instalación de alumbrado exterior (0). Entre otros datos, contiene: las intensidades medidas de cada n-luminaria (01) así como la intensidad medida en el cable de alimentación (04).

ETAPA “b”: Lectura de la clave, número de serie y de la memoria de usuario en la
30 **etiqueta de identificación (10) ubicada en el cuadro general de alumbrado (05), al**
acercar el dispositivo móvil (50) a la etiqueta (10). (Fig.07)

Un técnico de mantenimiento o de inspección aproxima, hasta que estén prácticamente en contacto físico, el dispositivo móvil (50) a la etiqueta de identificación (10) ubicada en el cuadro general de alumbrado (05), y automáticamente se inicia la aplicación móvil 5 (P11) instalada en el dispositivo (50), solicitándose al usuario que aproxime la tarjeta de identificación usuario (70) para que en caso de que sea correcta de forma automática se proceda a la lectura del número de serie y de la memoria de usuario de la etiqueta (10), excepto si no coincide la clave de seguridad precargada en la aplicación a partir de la tarjeta (70) con la de la etiqueta (10) que inhabilitaría la lectura de la misma y de la 10 aplicación móvil (P11).

Hay que destacar que el técnico sólo tiene que acercar su dispositivo móvil (50) a la tarjeta (70) y a las etiquetas (10) para que se realice de forma automática el resto de la etapa “b”, sin requerirse iteraciones que pueden provocar errores o cuando menos retrasos 15 especialmente ante inclemencias de tiempo.

La etiqueta de identificación (10) contiene en la memoria de usuario el tipo de elemento a gestionar, en este caso el cuadro general de alumbrado (05) que forma parte de la instalación de alumbrado exterior (0). 20

ETAPA “c”: Asistencia técnica automática, en función de los datos leídos de la etiqueta de identificación (10), de las tareas programadas de mantenimiento a llevar a cabo en el cuadro general de alumbrado (05). (Fig.07)

25 Gracias a la lectura, en la etapa anterior, del número de serie y de la memoria de usuario de la etiqueta de identificación (10), se va indicando al usuario cada una de las tareas programadas de mantenimiento, que la aplicación generará automáticamente en función de los datos de la memoria de usuario del elemento etiquetado (05), a realizar desplegando campos con la finalidad de que el técnico de mantenimiento o de inspección, a medida 30 que realice las tareas, vaya rellenando dichos campos, según proceda, con resultados cuantitativos o cualitativos.

Las tareas a realizar se muestran como iconos en la pantalla del dispositivo móvil (50) que al clicar en los mismos la aplicación móvil (P11) va mostrando los pasos a seguir, indicando los campos que hay que rellenar con el resultado de la tarea. Si algún valor
5 excede de la tolerancia de la tarea se solicita revisar y si es adecuado se indica que el dato se ha grabado correctamente.

ETAPA “d”: Escritura de los resultados fechados de las tareas de mantenimiento en la memoria de usuario en la etiqueta de identificación (10) ubicada en el cuadro general de alumbrado (05), al acercar el dispositivo móvil (50) a la etiqueta (10). (Fig.07)
10

El técnico de mantenimiento aproxima de nuevo, hasta que estén prácticamente en contacto físico, el dispositivo móvil (14) a la etiqueta de identificación (11) ubicada en el
15 cuadro general de alumbrado (03) o en el controlador lógico programable inalámbrico (40) o en cada una de las n-luminarias de alumbrado exterior (01), produciéndose la escritura de la memoria de usuario de la etiqueta (11), generándose (si es la primera vez) o actualizándose, la huella energética digital, es decir los resultados fechados de las tareas de mantenimiento así como el índice energético digital, excepto si no coincide la clave de
20 escritura precargada en la aplicación a partir de la tarjeta (16) con la de la etiqueta (11) que inhabilitaría la escritura de la misma y se emitiría un aviso.

La aplicación móvil (P11) es capaz de operar tanto con conexión a internet (modo *online*) como sin ella (modo *offline*). Además, si estando en modo *online* se pierde la conexión a
25 internet, la aplicación móvil (P11) almacena la información internamente y luego se puede sincronizar con el servidor web (P13) donde se podrá comprobar la recepción de los datos.

ETAPA “e”: Lectura de la clave, número de serie y de la memoria de usuario en la etiqueta de identificación (10) ubicada en cada una de las n-luminarias de
30

alumbrado exterior (01), al acercar el dispositivo móvil (50) a la etiqueta (10).
(Fig.07)

Un técnico de mantenimiento o de inspección aproxima, hasta que estén prácticamente
5 en contacto físico, el dispositivo móvil (50) a la etiqueta de identificación (10) ubicada
en cada una de las n-luminarias de alumbrado exterior (01), y automáticamente se inicia
la aplicación móvil (P11) instalada en el dispositivo (50), solicitándose al usuario que
aproxime la tarjeta de identificación usuario (70) para que en caso de que sea correcta de
forma automática se proceda a la lectura del número de serie y de la memoria de usuario
10 de la etiqueta (10), excepto si no coincide la clave de seguridad precargada en la
aplicación a partir de la tarjeta (70) con la de la etiqueta (10) que inhabilitaría la lectura
de la misma y de la aplicación móvil (P11).

Hay que destacar que el técnico sólo tiene que acercar su dispositivo móvil (50) a la tarjeta
15 (70) y a las etiquetas (10) para que se realice de forma automática el resto de la etapa “e”,
sin requerirse iteraciones que pueden provocar errores o cuando menos retrasos
especialmente ante inclemencias de tiempo.

La etiqueta de identificación (10) contiene en la memoria de usuario el tipo de elemento
20 a gestionar, en este caso cualquiera de las n-luminarias (01) que forman parte de la
instalación de alumbrado exterior (0).

ETAPA “f”: Asistencia técnica automática, en función de los datos leídos de la
etiqueta de identificación (10), de las tareas programadas de mantenimiento a llevar
25 **a cabo en cada una de las n-luminarias de alumbrado exterior (01).** (Fig.07)

Gracias a la lectura, en la etapa anterior, del número de serie y de la memoria de usuario
de la etiqueta de identificación (10), se va indicando al usuario cada una de las tareas
programadas de mantenimiento, que la aplicación generará automáticamente en función
30 de los datos de la memoria de usuario del elemento etiquetado (01), a realizar desplegando
campos con la finalidad de que el técnico de mantenimiento o de inspección, a medida

que realice las tareas, vaya rellenando dichos campos, según proceda, con resultados cuantitativos o cualitativos.

Las tareas a realizar se muestran como iconos en la pantalla del dispositivo móvil (50) que al clicar en los mismos la aplicación móvil (P11) va mostrando los pasos a seguir, indicando los campos que hay que rellenar con el resultado de la tarea. Si algún valor excede de la tolerancia de la tarea se solicita revisar y si es adecuado se indica que el dato se ha grabado correctamente.

10 **ETAPA “g”: Cálculo de la huella energética digital de cada una de las n-luminarias de alumbrado exterior (01).** (Fig.07)

La huella energética digital de una luminaria (01) comprende:

- 15
- los resultados fechados de las tareas de mantenimiento;
 - la vida útil restante real de la lámpara;
 - la eficiencia energética real;
 - la calificación energética real.

20 La etapa “g” comprende las siguientes sub-etapas:

- **Etapa “g.1”. Obtención, del valor medio en el periodo que se desee, de la intensidad eléctrica consumida por cada una de las n-luminarias (01) así como la intensidad eléctrica consumida total, a partir de los datos leídos en la etapa “a”.**
- **Etapa “g.2”. Recopilación de los resultados fechados de las tareas de mantenimiento obtenidos en la etapa “f”.**
- 30 – **Etapa “g.3”. Cálculo de la vida útil restante real de la lámpara de cada n-luminaria (01).**

Se define:

(V útil) Vida útil; la duración estimada que puede tener una lámpara, en condiciones
5 reales de operación; en horas;

(V útil restante) Vida útil restante; la duración remanente que le queda a la lámpara, en
condiciones reales de operación; en tanto por ciento;

10 (Tf) Tiempo de funcionamiento; el tiempo acumulado que ha estado funcionando la
lámpara; en horas;

(I_{nL}) Intensidad nominal lámpara; corriente eléctrica estimada que puede consumir la
lámpara; en Amperios;

15

(I_L) Intensidad lámpara; corriente eléctrica real que consume la lámpara; en Amperios.

Cómo se ha expuesto en el apartado de generalidades los parámetros críticos que afectan
a la vida útil restante de una lámpara suelen presentar un comportamiento puntual
20 errático, así como también a corto plazo. El carácter aparentemente pseudoaleatorio de
estos parámetros medidos puntualmente o en corto plazo parecen ser producto del azar,
aunque no lo son realmente, pero hace que la extrapolación resulte inadmisibile. Es decir,
la extrapolación del valor de alguno de estos parámetros en el tiempo presenta un bajo
coeficiente de determinación, es decir el coeficiente de correlación al cuadrado R^2 , lo que
25 aparentemente no permite obtener un modelo determinista del problema frente al tiempo
acumulado, es decir: $V \text{ útil restante} = f(Tf)$.

Para conseguir el objetivo que la invención preconiza, el equipo de investigación de esta
solicitud de patente de invención ha realizado una campaña de ensayos exhaustiva, que
30 de forma no limitativa se ha realizado con lámparas para luminarias con tecnología LED
de alumbrado exterior en condiciones reales de operación, es decir *in situ* o en campo, así

como en laboratorio en condiciones controladas, para intentar descubrir que parámetros críticos influyen en la vida útil, así como abordar el problema técnico de la imposibilidad de obtener un modelo determinista. Teniendo en cuenta que las lámparas de alumbrado exterior disponen de balastos que estabilizan la potencia de la lámpara frente a variaciones
5 en la tensión de alimentación, así como que la caída de tensión en el cableado de alumbrado es muy pequeña (3%), se ha utilizado la intensidad lámpara (I_L) como parámetro crítico, comprobando que la intensidad tiende a disminuir cuando aumenta el tiempo de funcionamiento (T_f), es decir el envejecimiento de la lámpara que provoca una reducción del flujo luminoso. Para las instalaciones de alumbrado exterior, el estándar es
10 una garantía de las lámparas LED de 10 años, por lo que a razón de 4.200 horas/años de requiere una vida útil de 42.000 h. Las lámparas LED ensayadas durante 42.000h que no han podido mantener un 80% del flujo luminoso nominal han reducido su consumo (I_L) en un 7,56 %, siendo éste el parámetro de referencia para el modelo de cálculo preconizado.

15

Actualmente, mediante el empleo de reductores de flujo luminoso tendremos una intensidad nominal lámpara (I_{nL}) variable en función del escalón de la tensión de alimentación de lámpara. Se preconiza que en el controlador lógico programable inalámbrico (40) se implemente un bloque de programación que contenga la relación
20 entre la tensión de alimentación de lámpara para cada escalón y su intensidad nominal (I_{nL}) prevista por el fabricante para ese nivel de tensión, con el fin de dar generalización al método que se expone a continuación. Además, el controlador (40) también registra el tiempo de funcionamiento (T_f), tiempo acumulado de funcionamiento de cada una de las n-lámparas. Mediante la etiqueta de identificación (10) del controlador (40), o mediante
25 sincronización con el servidor web (P13), al acercar el dispositivo móvil (50) se puede inicializar o modificar mediante el tiempo (T_f) de cada n-lámpara, p.ej, en caso de sustitución.

La invención preconiza un modelo compuesto por tramos basados en ecuaciones
30 condicionales que se cumplen para ciertos valores numéricos específicos. Los tramos no

deterministas se resuelven por asignación directa, y los tramos deterministas buscando una función: $V \text{ útil restante} = f(T_f)$, por lo que tendremos:

Tramo 1. Dado que cuando una lámpara está energizada requiere de consumo (I_L) de energía eléctrica, cuando este sea nulo implica que se ha producido un colapso total de la lámpara (o cualquiera de sus accesorios), expresado por la siguiente condición:

$$\text{Si } (I_L = 0) \text{ entonces } (V \text{ útil restante} = 0\%);$$

10 Tramo 2. Si el consumo (I_L) de la lámpara no siendo nulo es menor que el 92,44% de la corriente nominal estimada de la lámpara (I_{nL}), implica que se ha producido un colapso parcial de la lámpara (parte de los diodos LED de la matriz se han fundido) o se ha dispuesto una lámpara en la luminaria de menor potencia que la prescrita. En ambos casos expuestos la lámpara no aportará el 80% del flujo luminoso previsto y hay que
15 reemplazarla, por lo que tendremos:

$$\text{Si } (0 < I_L < 0,9244 \cdot I_{nL}) \text{ entonces } (V \text{ útil restante} \approx 0\%);$$

Tramo 3. Si el consumo (I_L) de la lámpara está comprendida entre el 92,44% y el 120%
20 de la corriente nominal estimada de la lámpara (I_{nL}), implica que la lámpara es correcta y se procede a calcular la vida útil restante según la siguiente expresión:

$$\text{Si } (0,9244 \cdot I_{nL} \leq I_L \leq 1,2 \cdot I_{nL}) \text{ entonces } (V \text{ útil restante} = \frac{|V_{\text{útil}} - T_f|}{V_{\text{útil}}} \cdot 100 \%);$$

25 Tramo 4. Si el consumo (I_L) de la lámpara es mayor que el 120 % de la corriente nominal estimada de la lámpara (I_{nL}), implica que se ha dispuesto una lámpara en la luminaria de mayor potencia que la prescrita, por lo que tendremos:

$$\text{Si } (I_L > 1,2 \cdot I_{nL}) \text{ entonces } (Vida \text{ útil restante} = \text{lámpara incorrecta}).$$

30

Por lo tanto, la etapa “g.3” consiste en el cálculo de la vida útil restante (V útil restante) real de la lámpara de cada n-luminaria (01) mediante la aplicación del modelo compuesto por los siguientes tramos basados en ecuaciones condicionales que se cumplen para los siguientes valores numéricos específicos de la intensidad de lámpara medida (I_L) y tiempo de funcionamiento (Tf):

- Si ($I_L = 0$) entonces: (V útil restante = 0%);
- 10 ▪ Si ($0 < I_L < 0,9244 \cdot I_{nL}$) entonces:
(V útil restante \approx 0% o V útil restante = lámpara incorrecta);
- Si ($0,9244 \cdot I_{nL} \leq I_L \leq 1,2 \cdot I_{nL}$) entonces:
(V útil restante = $\frac{|V_{\text{útil}} - T_f|}{V_{\text{útil}}} \cdot 100$ %);
- 15 ▪ Si ($I_L > 1,2 \cdot I_{nL}$) entonces:
(Vida útil restante = lámpara incorrecta).

– **Etapa “g.4”. Cálculo de la eficiencia energética real de la lámpara de cada n-luminaria (01).**

Se define:

25 (V_L) Tensión de lámpara; es la tensión que le llega a la lámpara; se puede estimar como la tensión de alimentación, ya que la caída de tensión está acotada por normativa a un valor máximo del 3%; en Voltios;

30 (I_L) Intensidad de lámpara; es la intensidad de corriente eléctrica real que consume la lámpara (A), siendo obtenida por medición mediante los sensores inductivo emisor de datos (20) y captador de datos (30); en Amperios;

(cosφ) Factor de potencia; es el factor de potencia de la lámpara; es un dato conocido en las características técnicas de la lámpara y su *driver*; no obstante, tiene muy poca influencia pues oscila entre 0,9 y 1 (ya que si el *driver* contiene algún dispositivo inductivo se compensa con un condensador), por lo que se puede estimar como 0,9; adimensional;

(P') Potencia de lámpara; es la potencia activa real consumida por la lámpara (y equipos auxiliares); en Vatios;

(ε') Eficiencia energética; es la eficiencia energética real de la luminaria de alumbrado exterior; (m²·lux/W);

(S) Superficie iluminada; es la superficie iluminada por la lámpara; m²;

(Em) Iluminancia media; es la iluminancia media en servicio de la instalación, considerando el mantenimiento previsto; lux.

Por lo tanto, la etapa “g.4” consiste en el cálculo de la potencia de lámpara (P') real de la lámpara de cada n-luminaria (01) en función de la intensidad de lámpara medida (I_L), mediante la ecuación:

$$P' = V_L \cdot I_L \cdot \cos\varphi \text{ (W)}$$

con la finalidad de poder calcular su eficiencia energética (ε') en función de la superficie iluminada (S) y la iluminancia media (Em), aplicando la expresión:

$$\varepsilon' = \frac{S \cdot E_m}{P'} \left(\frac{m^2 \cdot lux}{W} \right)$$

El método expuesto y que reivindica la invención permite resolver el problema técnico encontrado en el estado de la técnica consistente en el cálculo de la eficiencia energética

(ε) como una foto fija al inicio de la puesta en marcha de la instalación de alumbrado exterior. Es decir, el método conocido no permite calcular de forma automatizada la eficiencia de las luminarias (ε') durante la vida útil de las mismas, ya que contempla la potencia de la luminaria (P) obtenida de las características de esta, y aunque un experto en la materia podría solucionarlo midiendo la potencia (P') no se le ocurriría hacerlo, a partir del conocimiento del estado actual de la técnica, como reivindica la invención.

– **Etapa “g.5”. Cálculo de la calificación energética real de la lámpara de cada n-luminaria (01), mediante el índice de eficiencia energética real.**

10

Se define:

- ($I\varepsilon'$) Índice de eficiencia energética real; adimensional;
 (ε') Eficiencia energética real; ($m^2 \cdot \text{lux}/W$);
 15 (ε_R) Eficiencia energética de referencia en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada; ($m^2 \cdot \text{lux}/W$).

Por lo tanto, la etapa “g5” consiste en el cálculo del índice de eficiencia energética ($I\varepsilon'$) real de la lámpara de cada n-luminaria (01) en función de la eficiencia energética (ε') real
 20 y la eficiencia energética de referencia (ε_R), mediante la ecuación:

$$I\varepsilon' = \frac{\varepsilon'}{\varepsilon_R}$$

Con objeto de facilitar la interpretación de la calificación energética de la instalación de
 25 alumbrado, se define una etiqueta digital que caracteriza el consumo de energía real de la luminaria mediante una escala de siete letras que va desde la letra A (instalación más eficiente y con menos consumo de energía) a la letra G (instalación menos eficiente y con más consumo de energía). El índice utilizado para la escala de letras será el índice de consumo energético real (ICE') que es igual al inverso del índice de eficiencia energética
 30 real ($I\varepsilon'$).

El método expuesto y que reivindica la invención permite resolver el problema técnico encontrado en el estado de la técnica consistente en el cálculo del índice de eficiencia energética (I ϵ) como una foto fija al inicio de la puesta en marcha de la instalación de alumbrado exterior. Es decir, el método conocido no permite calcular de forma automatizada el índice de eficiencia de las luminarias (I ϵ') durante la vida útil de las mismas, ya que parte de la eficiencia energética (ϵ) supuesta y no real, por lo que un experto en la materia aplicaría el método conocido en el estado de la técnica, y aún en el caso hipotético que no lo hiciese nada le llevaría a aplicar el método que reivindica la invención.

ETAPA “h”: Escritura de la huella energética digital en la memoria de usuario en la etiqueta de identificación (10) ubicada en cada una de las n-luminarias de alumbrado exterior (01), al acercar el dispositivo móvil (50) a la etiqueta (10).
15 (Fig.07)

El técnico de mantenimiento aproxima de nuevo, hasta que estén prácticamente en contacto físico, el dispositivo móvil (14) a la etiqueta de identificación (11) ubicada en el cuadro general de alumbrado (03) o en el controlador lógico programable inalámbrico (40) o en cada una de las n-luminarias de alumbrado exterior (01), produciéndose la escritura de la memoria de usuario de la etiqueta (11), generándose (si es la primera vez) o actualizándose, la huella energética digital, es decir los resultados fechados de las tareas de mantenimiento así como el índice energético digital, excepto si no coincide la clave de escritura precargada en la aplicación a partir de la tarjeta (16) con la de la etiqueta (11) que inhabilitaría la escritura de la misma y se emitiría un aviso.

La aplicación móvil (P11) es capaz de operar tanto con conexión a internet (modo *online*) como sin ella (modo *offline*). Además, si estando en modo *online* se pierde la conexión a internet, la aplicación móvil (P11) almacena la información internamente y luego se puede sincronizar con el servidor web (P13) donde se podrá comprobar la recepción de los datos.

La huella energética digital de cada n-luminaria (01) es un indicador de sostenibilidad que sirve para medir el impacto que presenta el consumo de energía eléctrica de dicha luminaria en relación con el nivel de iluminación.

5

Procedimiento de planimetría de iluminancias en alumbrado exterior (P2) mediante el empleo de un sistema (1) y procedimiento (P1) para su implementación

Se describe detalladamente un procedimiento preferente de planimetría de iluminancias en alumbrado exterior (P2) que utiliza el dispositivo de gestión y optimización energética en alumbrado exterior (1) así como el procedimiento de gestión y optimización energética en alumbrado exterior (P1). Por lo tanto, la invención también preconiza un procedimiento de planimetría de iluminancias en alumbrado exterior (P2) mediante el empleo de un sistema (1) y procedimiento (P1) para su implementación, del tipo de los que utilizan un dispositivo cualquiera de medición automática de iluminancias de alumbrado exterior, que consiste en generar un mapa con la ubicación de las luminarias en el que se muestra la huella energética digital de cada n-luminaria (01).

Según se ha descrito anteriormente la huella energética digital de una luminaria (01) comprende:

- los resultados fechados de las tareas de mantenimiento;
- la vida útil restante real de la lámpara;
- la eficiencia energética real;
- la calificación energética real.

Las iluminancias se obtienen conforme a al método de medición y cálculo recomendado en el artículo 4 “Medida de Iluminancia” de la instrucción técnica “ITC-EA-07” del Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior (RD 1890/2008), y de acuerdo a las recomendaciones indicadas en el artículo 7 “Medición de Iluminancia de la Carretera” del informe técnico CIE 194:2011 “Mediciones in situ de las

propiedades fotométricas de alumbrado de carreteras y de túneles” de la Comisión Internacional de Alumbrado.

La toma de datos se realiza, siempre que las características de las vías lo permitan, mediante un sistema automático de toma de datos de iluminancias con tracción motorizada. Está formado por tres detectores, un sistema de amplificación y almacenamiento de datos y la correspondiente batería. Los datos se incorporarán a un ordenador con el software desarrollado para realizar el tratamiento de datos. Las mediciones nocturnas se realizan en un vehículo con un remolque legalizado hasta 750 kg donde irá alojado el sistema de medición, que circulará a 60 Km/h, sin necesidad de cortar ningún carril; además, se realizan sin que los sistemas de regulación de flujo estén operativos (regulando), escogiéndose además horas de poca fluidez de tráfico.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de gestión y optimización energética en alumbrado exterior (1), del tipo de los que incorporan medios de mantenimiento e identificación de los cuadros generales de alumbrado (05) y de las n-luminarias de alumbrado exterior (01) con la finalidad de ubicar los cuadros (05) y luminarias (01) en un mapa digital junto a una pluralidad de características técnicas asociadas, y que se **caracteriza porque** los medios de mantenimiento e identificación comprenden:
- 10 – una pluralidad de etiquetas de identificación (10) que se disponen en los elementos de la instalación de alumbrado exterior (0), principalmente en el cuadro general de alumbrado (05), en el controlador lógico programable inalámbrico (40) y en cada una de las n-luminarias de alumbrado exterior (01), y cuya lectura o escritura de las etiquetas (10) se realiza con un dispositivo móvil (50) mediante una aplicación móvil (P11) instalada en el mismo;
 - 15 – una tarjeta de identificación usuario (70) que la porta el técnico de mantenimiento o inspección en la que se adhiere una etiqueta de identificación (10) y que tiene la funcionalidad de aportar la identidad del usuario a la aplicación móvil (P11);
 - 20 – una pluralidad de sensores inductivos emisor de datos (20) que están acoplados al cable de alimentación luminaria (03) de cada n-luminaria (01), disponiendo cada sensor (20) de los medios para enviar de forma codificada el dato de la intensidad medida a través del cable (03) así como para alimentar dichos medios a partir del campo magnético creado por la corriente del cable (03) a medir, que comprende en un único cuerpo:
 - 25 – un toroidal intensidad (201) construido de chapa magnética, que permite trabajar a 50 Hz, que está acoplado al cable de alimentación luminaria (03) por el cual discurre la intensidad primario (I) a medir y que dispone de dos devanados secundarios: - un secundario intensidad (2011), que envía la
 - 30

intensidad secundaria (I') a un circuito electrónico (203) que transduce dicha intensidad (I') para normalizarla, escalarla y convertirla a una corriente portadora datos secundario (I_d') de alta frecuencia; - un secundario alimentación (2012), que alimenta dicho circuito (203);

5

- un toroidal datos (202) construido de ferrita cerámica que permite trabajar hasta 100 MHz, también acoplado al cable de alimentación luminaria (03), que dispone de un devanado secundario datos (2021), al que le llega la corriente portadora datos secundario (I_d') y la acopla al cable (03) mediante el toroidal (202) en forma de portadora datos primario (I_d);

10

- un sensor inductivo captador de datos (30) que está acoplado al cable del circuito de luminarias (04), disponiendo el sensor (30) de los medios para transducir la intensidad medida dándole salida a través de un canal analógico (304) y captar las intensidades de cada n-luminaria (01), que de forma codificada le llegan a través del cable (04), para transducirlas dándoles salida por un canal de datos (305), así como para alimentar dichos medios a partir del campo magnético creado por la corriente del cable (04)) a medir, que comprende en un único cuerpo:

15

- un toroidal intensidad (301) construido de chapa magnética, que permite trabajar a 50 Hz, que está acoplado al cable de alimentación circuito luminarias (04) por el cual discurre la intensidad primario (I) a medir y que dispone de dos devanados secundarios: - un secundario intensidad (3011), que envía la intensidad secundaria (I') a un circuito electrónico (303) que transduce dicha intensidad (I') para normalizarla, escalarla y convertirla dándole salida a través de un canal analógico (304); - un secundario alimentación (3012), que alimenta dicho circuito (303).

25

- un toroidal datos (302) construido de ferrita cerámica que permite trabajar hasta 100 MHz, también acoplado al cable alimentación circuito luminarias (04), que capta una intensidad compuesta formada por una intensidad primario

30

- 5 (I) más una portadora de datos (Id) para mediante un devanado secundario datos (3021) extraer la corriente portadora datos secundario (Id') de alta frecuencia para enviarla a un circuito electrónico (303) que transduce dicha intensidad (Id') para normalizarla, escalarla y convertirla dándole salida a través de un canal datos (305);
- 10 – un controlador lógico programable inalámbrico (40) en el que en la parte exterior de la carcasa se adhiere una etiqueta de identificación (10) y en el interior de la misma y, enfrentado a la etiqueta (10), un sensor inalámbrico de lectura y escritura activa (401) conectado con la unidad central de proceso y que dispone de los medios necesarios activos para leer y escribir en dicha etiqueta (10) las intensidades de cada n-luminaria (01), recibidas por en canal datos (305), así como la intensidad total medida en el cable de alimentación (04), recibida por el canal analógico (304) y dispone también de los medios para enviar los valores
- 15 registrados y procesados a un servidor web (P13);
- un ordenador (60) dotado de un programa ordenador (P12) instalado en dicho equipo, que incorpora medios de gestión y optimización energética en alumbrado exterior, así como medios de comunicación con una pluralidad de dispositivos
- 20 móviles (50) y con un servidor web (P13) para generar un libro de registro digital.
2. Procedimiento de gestión y optimización energética en alumbrado exterior (P1) que utiliza el sistema de gestión y optimización energética en alumbrado exterior (1), del tipo de los que interactúan con medios de mantenimiento e identificación de los
- 25 cuadros generales de alumbrado (05) y de las n-luminarias de alumbrado exterior (01) con la finalidad de ubicar los cuadros (05) y luminarias (01) en un mapa digital junto a una pluralidad de características técnicas asociadas, que emplea el sistema de gestión y optimización energética en alumbrado exterior (1), que comprende los siguientes módulos de procedimiento implementados en:

30

- un programa ordenador (P12), instalado en uno o en una pluralidad de ordenadores (60), que incorpora medios de comunicación con una pluralidad de dispositivos móviles (50) y con un servidor web (P13) para generar un libro de registro digital;
5
- un servidor web (P13) consistente en un programa informático, que incorpora medios para procesar una aplicación del lado del servidor, realizando conexiones bidireccionales o unidireccionales y síncronas o asíncronas con una pluralidad de ordenadores (60) y de dispositivos móviles (50) generando o cediendo una
10 respuesta en cualquier lenguaje o aplicación del lado del cliente (50-60);
- una aplicación móvil (P11), instalada en uno o en una pluralidad de dispositivos móviles (50), que incorpora medios para poder realizar tareas de mantenimiento *in situ* así como detectar la posición de cualquier elemento mediante sistema de
15 posicionamiento global (*Global Positioning System*, GPS), que comprende las siguientes etapas:
 - ETAPA “condiciones iniciales”. Escritura de datos iniciales en la etiqueta de identificación (10) ubicada en el cuadro general de alumbrado (05) o en el
20 controlador lógico programable inalámbrico (40) o en cada una de las n-luminarias de alumbrado exterior (01). La etapa “condiciones iniciales” comprende las siguientes sub-etapas:
 - Etapa “ci.1”. Importar del servidor web (P13) el inventario de la instalación
25 de alumbrado exterior (0) desde un dispositivo móvil (50). El inventario ha tenido que hacerse con anterioridad.
 - Etapa “ci.2”. Seleccionar la instalación de alumbrado exterior (0) que se desee por localización o por cuadro general de alumbrado (05) o por el filtro que se
30 desee.

- Etapa “ci.3”. Seleccionar en el mapa el cuadro general de alumbrado (05) o el controlador lógico programable inalámbrico (40) o la luminaria (01) que se desee para acceder a la información del elemento seleccionado.
- 5 – Etapa “ci.4”. Asignar o modificar etiqueta de identificación (10) del elemento seleccionado.
- Etapa “ci.5”. Escribir la memoria de usuario de la etiqueta (10) del elemento seleccionado, con los datos iniciales provenientes del inventario, al acercarse el dispositivo móvil (50) a la etiqueta (10).
- 10 – Etapa “ci.6”. Vincular de forma automática, en el inventario de la instalación de alumbrado exterior (0) del servidor web (P13), el número de serie de la etiqueta de identificación (10) con el elemento etiquetado (01,05,40). Si en ese momento el dispositivo móvil (50) tiene cobertura de internet se sincronizarán automáticamente los datos de la aplicación móvil (P11) y el servidor web (P13); si, por el contrario, no se dispone de red se almacenarán los datos de forma local en el dispositivo móvil (50) hasta que se sincronicen automáticamente al disponer de cobertura.
- 15 estando **caracterizado porque** el módulo de procedimiento implementado en la aplicación móvil (P11), con la finalidad de escribir y leer un indicador denominado huella energética digital almacenada en la memoria de usuario de la etiqueta de identificación (10) de cada n-luminaria de un alumbrado exterior (01), así como en una copia
25 sincronizada de la misma en un servidor web (P13), además comprende al menos las siguientes etapas:
 - ETAPA “a”: Lectura de la clave, número de serie y de la memoria de usuario en la etiqueta de identificación (10) ubicada en el controlador lógico programable
30 inalámbrico (40), al acercarse el dispositivo móvil (50) a la etiqueta (10).

- ETAPA “b”: Lectura de la clave, número de serie y de la memoria de usuario en la etiqueta de identificación (10) ubicada en el cuadro general de alumbrado (05), al acercar el dispositivo móvil (50) a la etiqueta (10).
- 5 – ETAPA “c”: Asistencia técnica automática, en función de los datos leídos de la etiqueta de identificación (10), de las tareas programadas de mantenimiento a llevar a cabo en el cuadro general de alumbrado (05).
- ETAPA “d”: Escritura de los resultados fechados de las tareas de mantenimiento
10 en la memoria de usuario en la etiqueta de identificación (10) ubicada en el cuadro general de alumbrado (05), al acercar el dispositivo móvil (50) a la etiqueta (10).
- ETAPA “e”: Lectura de la clave, número de serie y de la memoria de usuario en la etiqueta de identificación (10) ubicada en cada una de las n-luminarias de alumbrado exterior (01), al acercar el dispositivo móvil (50) a la etiqueta (10).
15
- ETAPA “f”: Asistencia técnica automática, en función de los datos leídos de la etiqueta de identificación (10), de las tareas programadas de mantenimiento a llevar a cabo en cada una de las n-luminarias de alumbrado exterior (01).
20
- ETAPA “g”: Cálculo de la huella energética digital de cada una de las n-luminarias de alumbrado exterior (01). La huella energética digital de una luminaria (01) comprende: - los resultados fechados de las tareas de mantenimiento; - la vida útil restante real de la lámpara; - la eficiencia energética real; - la calificación energética real. La etapa “g” comprende las siguientes sub-etapas:
25
 - Etapa “g.1”. Obtención, del valor medio en el periodo que se desee, de la intensidad eléctrica consumida por cada una de las n-luminarias (01) así como
30 la intensidad eléctrica consumida total, a partir de los datos leídos en la etapa “a”.

- Etapa “g.2”. Recopilación de los resultados fechados de las tareas de mantenimiento obtenidos en la etapa “F”.

- 5 – Etapa “g.3”. Cálculo de la vida útil restante (V útil restante) real de la lámpara de cada n-luminaria (01), mediante la aplicación del modelo compuesto por los siguientes tramos basados en ecuaciones condicionales que se cumplen para los siguientes valores numéricos específicos de la intensidad de lámpara medida (I_L) y tiempo de funcionamiento (Tf):
 - 10 ▪ Si ($I_L = 0$) entonces: (V útil restante = 0%);

 - Si ($0 < I_L < 0,9244 \cdot I_{nL}$) entonces:
 (V útil restante \approx 0% o Vútil restante = lámpara incorrecta);

 - 15 ▪ Si ($0,9244 \cdot I_{nL} \leq I_L \leq 1,2 \cdot I_{nL}$) entonces:
 (V útil restante = $\frac{|V_{\text{útil}} - Tf|}{V_{\text{útil}}} \cdot 100$ %);

 - Si ($I_L > 1,2 \cdot I_{nL}$) entonces:
 (Vida útil restante = lámpara incorrecta).
 - 20

- Etapa “g.4”. Cálculo de la eficiencia energética real de la lámpara de cada n-luminaria (01), consiste en el cálculo de la potencia de lámpara (P’) real de la lámpara de cada n-luminaria (01) en función de la intensidad de lámpara medida (I_L), mediante la ecuación:
- 25

$$P' = V_L \cdot I_L \cdot \cos\varphi \text{ (W)}$$

con la finalidad de poder calcular su eficiencia energética (ε') en función de la superficie iluminada (S) y la iluminancia media (E_m), aplicando la expresión:

5
$$\varepsilon' = \frac{S \cdot E_m}{P'} \left(\frac{m^2 \cdot lux}{W} \right)$$

- Etapa “g.5”. Cálculo de la calificación energética real de la lámpara de cada n-luminaria (01), mediante el índice de eficiencia energética real ($I\varepsilon'$) en función de la eficiencia energética (ε') real y la eficiencia energética de referencia (ε_R), mediante la ecuación:
- 10

$$I\varepsilon' = \frac{\varepsilon'}{\varepsilon_R}$$

- ETAPA “h”: Escritura de la huella energética digital en la memoria de usuario en la etiqueta de identificación (10) ubicada en cada una de las n-luminarias de alumbrado exterior (01), al acercar el dispositivo móvil (50) a la etiqueta (10).
- 15

3. Procedimiento de planimetría de iluminancias en alumbrado exterior (P2), según reivindicación 2, que consiste en generar un mapa con la ubicación de las luminarias en el que se muestra la huella energética digital de cada n-luminaria (01).
- 20

FIG.01

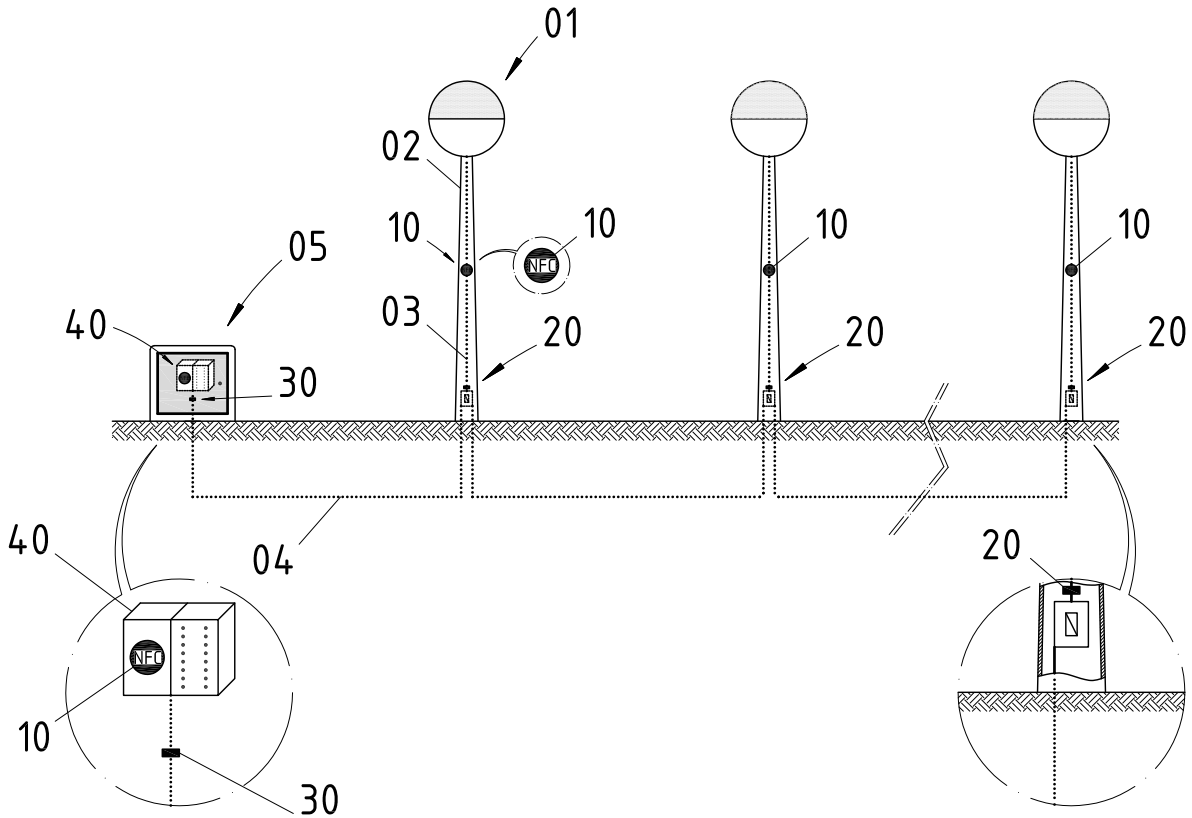


FIG.02

FIG.02A

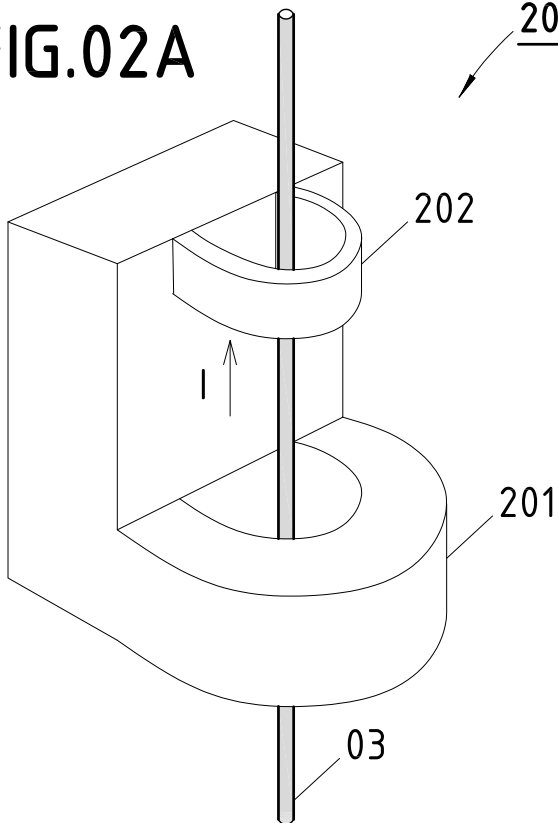


FIG.02B

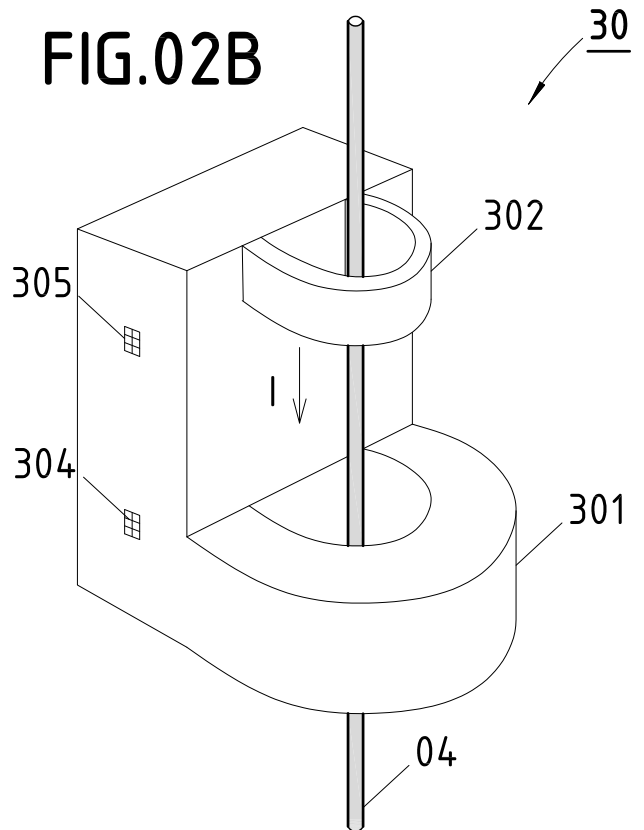


FIG.03

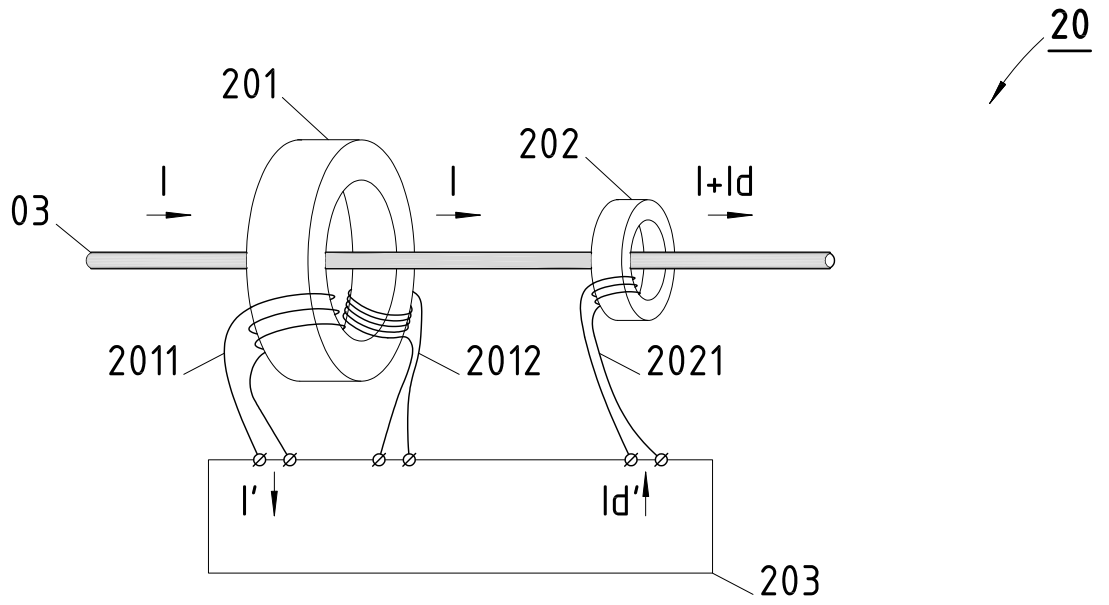


FIG.04

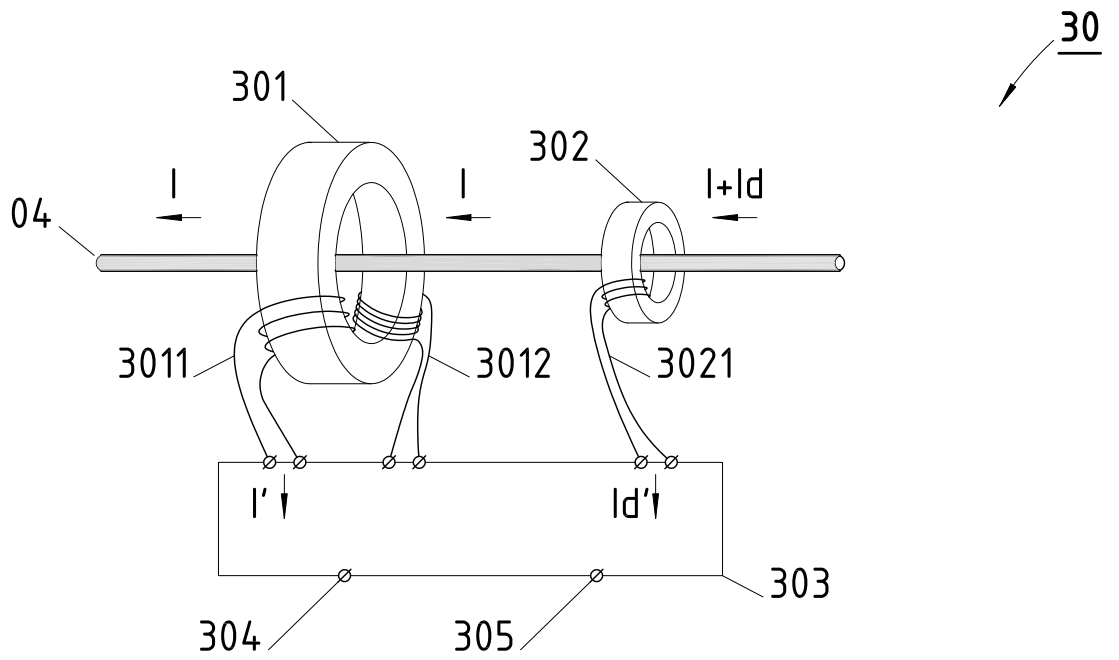


FIG.05

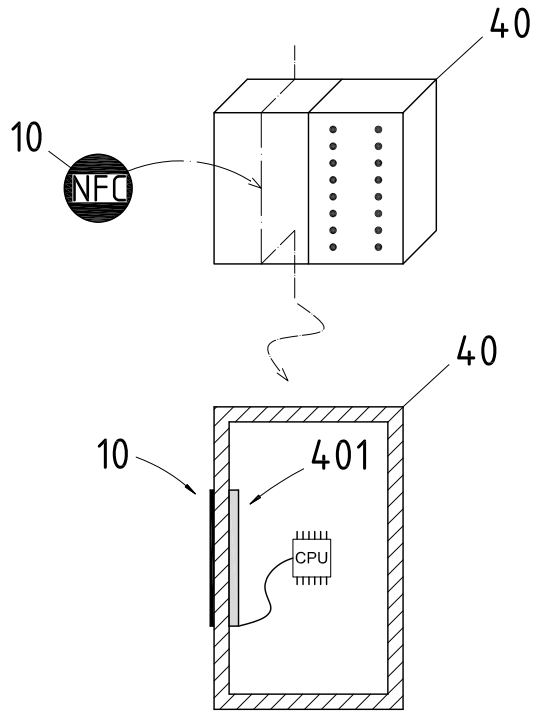


FIG.06

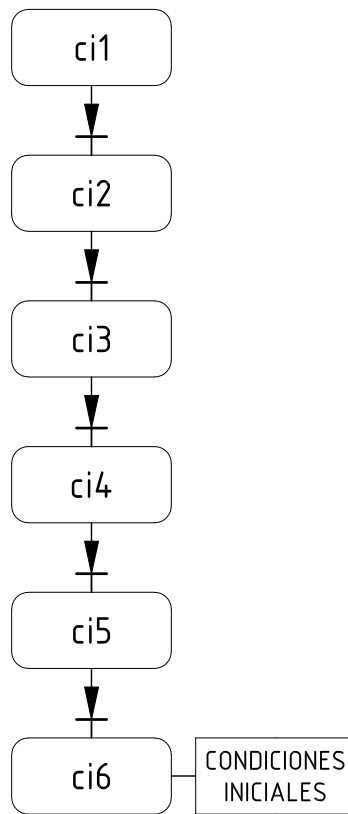


FIG.07

P11

