

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 389 531**

21 Número de solicitud: 201000546

51 Int. Cl.:

H05B 37/02 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

28.04.2010

43 Fecha de publicación de la solicitud:

29.10.2012

Fecha de la concesión:

28.08.2013

45 Fecha de publicación de la concesión:

09.09.2013

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD DE ALCALÁ
PLAZA DE SAN DIEGO, S/N
28801 ALCALÁ DE HENARES (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**BRAVO MUÑOZ, Ignacio;
GARDEL VICENTE, Alfredo y
LÁZARO GALILEA, José Luis**

54 Título: **SISTEMA INTELIGENTE DE ENCENDIDO AUTOMÁTICO DE LA LUMINARIA DE FAROLAS DE TÚNELES, AUTOPISTAS, AUTOVÍAS Y CARRETERAS.**

57 Resumen:

Sistema de encendido automático e inteligente de las luminarias basadas en tecnología LEDs (Light Emitting Diode) de farolas situadas en carreteras, túneles, autopistas o autovías que permite un encendido selectivo de éstas cuando se detecte el movimiento de un vehículo/usuario. El sistema de control de la luminaria está basado en un diseño electrónico compuesto por un sistema multi-sensorial pudiendo éste estar formado por diferentes tipos de sensores (3-2) (3-3) (3-4) (3-6) (3-7) que captarán/detectarán el movimiento de un vehículo/usuario con objeto de realizar el encendido automático de la farola. Cada farola dispone de un sistema de comunicación inalámbrico (3-5) que se emplea para enviar información entre las diferentes farolas sin necesidad de un nodo central, formando así una red mallada, y un receptor GPS (Global Positioning System) (3-2) que servirá para dotar a cada farola de una identificación propia basada en sus coordenadas GPS.

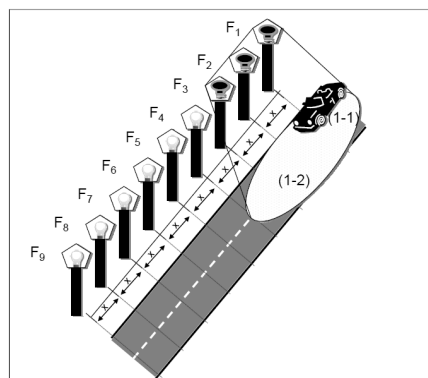


Figura 1

ES 2 389 531 B1

**SISTEMA INTELIGENTE DE ENCENDIDO AUTOMÁTICO
DE LA LUMINARIA DE FAROLAS DE TÚNELES, AUTOPISTAS,
AUTOVÍAS Y CARRETERAS**

5 OBJETO DE LA INVENCION

La presente patente tiene como objeto la descripción de un sistema electrónico de control de encendido, apagado y/o atenuación de la luminaria de farolas viales de túneles, carreteras, autopistas o autovías en función de la presencia/no-presencia de vehículos en dicho vial. Esto viene justificado ante el alto grado de ineficiencia del

10 gasto de energía en numerosos tramos de túneles/carreteras/autopistas/autovías ya que durante ciertos intervalos horarios (sobre todo de madrugada) apenas existe, o simplemente no existe, circulación dentro de una vía. Gracias a la introducción de nuevas luminarias basadas en LEDs, (Light Emitting Diode) se abren nuevas posibilidades de control y manejo de la cantidad de iluminación deseada en cada

15 momento, que antes no era posible debido al tiempo de re-inicialización de las lámparas de mercurio y vapor de sodio (lámparas de gas). En los sistemas comerciales actuales, la reducción de la luminosidad se suele realizar mediante el uso de un interruptor de hora astronómico que permite apagar un porcentaje de las farolas llegada una cierta hora de la noche y encender en la madrugada. Sin embargo, este sistema deja bastante que

20 desear en cuanto a generación de una iluminancia uniforme, no cumpliendo las normativas actuales. El sistema propuesto realiza un control adecuado en el nivel de luminosidad de las farolas en función de la distancia a la detección de un coche. La mayor parte de los sistemas comerciales están basados en controles centralizados del sistema de alumbrado viario, incluyendo en cada farola un sistema pasivo todo/nada.

25 Las fuentes de alimentación que incorporan las luminarias actuales basadas en LED no tienen previsto el uso de señales de control para que se permita un control fino de la luminosidad que emite la farola; en este caso o la luminaria está encendida (100%) o apagada (0%). Si se introducen señales de control, se puede conseguir variar la iluminación generada por la farola, automáticamente, desde el 0% al 100% de la

30 potencia lumínica, según necesidades de los usuarios.

El proceso de determinación del momento en el que se debe realizar el encendido de las diferentes luminarias, es otra de las contribuciones notables de la presente patente. Basándonos en la imposibilidad del ojo humano de diferenciar por la noche si realmente

está iluminada una farola a no más allá de l metros, se propone un encendido/apagado selectivo de farolas de forma progresiva hasta donde alcanza la visión del ojo humano, permitiendo de esta forma ahorrar energía ya que el resto de farolas estarán apagadas. Sin embargo, el conductor del vehículo no tendrá la sensación visual de que se estén encendiendo/apagando farolas si no que en todo momento la sensación será que el tramo de túnel/carretera/autopista/autovía está iluminado completamente.

Para alcanzar lo anteriormente expuesto es necesario implementar un sistema de detección de movimiento de vehículos/usuarios así como de un sistema de comunicación inteligente y autónoma entre luminarias. La presente propuesta apuesta por un sistema descentralizado donde cada luminaria se comporta como un nodo, no necesitando la existencia de un servidor central. En este sentido se tiene una red de comunicaciones en malla siendo todos los nodos de similares características, sin control global y sin nodos centralizados. Cada nodo tiene una identificación única. Para ello, la presente patente, hace uso de un sistema de identificación basado en las coordenadas GPS (Global Positioning System) en cada una de las farolas.

Otra de las principales novedades de la presente patente, es el uso de comunicaciones inalámbricas basadas en tecnología Wi-Fi (IEEE 802.11 [1]) y/o ZigBee (IEEE 802.15 [2]) que permiten comunicaciones entre los diferentes nodos sin necesidad de cableado especial y que consiguen la generación de una red mallada sin necesidad de nodo central.

[1]<http://standards.ieee.org/getieee802/>

[2]<http://standards.ieee.org/getieee802/802.15.html>

SECTOR DE LA TÉCNICA

Esta invención tiene su aplicación dentro de la luminaria instalada o a instalar en farolas de túneles, carreteras, autovías o autopistas.

ESTADO DE LA TÉCNICA

El alumbrado externo público constituye uno de los principales consumos dentro del gasto energético total del país. Es por ello que su uso indiscriminado genera derroches energéticos importantes. Este gasto conlleva un notable incremento de contaminación lumínica así como de emisión de CO₂ a la atmósfera.

El alumbrado viario se distribuye fundamentalmente en dos grandes áreas: ciudades y carreteras. Dentro del área de las carreteras, cabe mencionar que normalmente sólo se iluminan ciertas zonas de especial interés como son las bifurcaciones, entradas a poblaciones o puntos de la carretera donde su dificultad para la conducción aconseje su iluminación. En todos los casos anteriores su implementación viene regulada según las Recomendaciones para la iluminación de carreteras y túneles [3], justificándose su uso por la alta intensidad de tráfico o por la peligrosidad de la zona.

Además, es bien sabido que los niveles de iluminación de carreteras son excesivos en muchos casos, por ejemplo, cuando la densidad de tráfico es baja y están continuamente activadas las farolas sin necesidad de dar su servicio a los vehículos. Por ello, se requiere un sistema de encendido/apagado de las farolas para optimizar los costes. Sirva como ejemplo los datos suministrados en el artículo “Adaptive roadway lighting” [4] donde se expone que en Norteamérica existe un total de 64 millones de farolas con un consumo energético asociado de 51 billones de kWh por año. Es por tanto importante hacer notar que un ahorro de un 10% constituye de 5.1 billones de kWh por año.

Debido a lo anteriormente expuesto son muchos los países que han intentado resolver el problema del consumo innecesario de farolas de carreteras o entornos urbanos, apareciendo así en la década de los noventa el concepto de adaptación de luz (Adaptive Lighting) [4]. Fue en Holanda, en el año 1995, donde se produjo el inicio del control de las luminarias de las farolas ajustando tres intensidades de funcionamiento (20%, 100% y 200%) en función de diferentes parámetros como pueden ser la densidad de tráfico, hora del día y condiciones meteorológicas [5]. Este control se realizaba sobre balastros electrónicos de lámparas de Sodio de alta presión (High Pressure Sodium (HPS)) utilizándose criterios estadísticos para su activación/desactivación.

Otro país donde habitualmente el problema del ahorro energético de las farolas ha estado muy presente durante los últimos años es Noruega. Así, se constituyó un sistema de control de unas 6000 farolas durante los años 2003-2006, donde cada farola estaba comunicada con las demás mediante sistemas de comunicación basados en Power Line (PLC) [6]. Un nodo en la cabecera recogía/enviaba la información de dichas farolas a un servidor central remoto basado en un PC mediante un enlace GPRS. El sistema se completaba con sensores meteorológicos y de medición de tráfico que ayudaban al servidor central a la regulación inteligente de las farolas.

Esta propuesta derivó en el proyecto europeo E-street financiado por EIE (Intelligent Energy for Europe program) que aunó a un total de 11 países con el objetivo de reducir el consumo energético de farolas [7]. De nuevo se propone una arquitectura basada en PLC, nodo en la cabecera y servidor central remoto comunicado con la cabecera mediante radio. Durante la ejecución de dicho proyecto se implementaron entre 20.000 y 30.000 farolas entre todos los países que participaban en dicho proyecto.

En Finlandia son numerosos los proyectos que se han realizado en búsqueda del mayor ahorro energético posible en farolas [8]. La mayor parte de ellos son realizados en el Lighting Laboratory de la Universidad de Helsinki [9]. El sistema de control implementado en los desarrollos de este laboratorio, conserva la metodología anteriormente expuesta (PLC, nodo en la cabecera, servidor central remoto y canal de comunicación radio). Su mayor énfasis se centra en la optimización del ciclo de vida de las lámparas HPS, LPS (Low Pressure Sodium) y MH (Metal Halide), mediante una activación remota de estas luminarias de forma eficiente y óptima en función del tráfico y condiciones meteorológicas que pueden aportar información sobre el estado de luminosidad óptima. Sirva como ejemplo el sistema implementado en la autopista VT7 de Finlandia, donde con objeto de reducir energía y ajustar los niveles de luminosidad a las necesidades reales de los conductores, se realiza un control remoto de los balastos electrónicos de luminarias basadas en HPS en función de la tasa de tráfico, luminosidad que hay en la carretera y condiciones meteorológicas. Estas variables son comparadas con parámetros prefijados y se realiza una actualización de datos cada 10 minutos [10] [11]. Además, el sistema de sensado de energía permite determinar si una farola funciona o no correctamente.

Otra área dónde se está realizando continuos esfuerzos para conseguir ahorro energético en farolas, es en China. Los trabajos presentados en [12] y [13] muestran de nuevo sistemas de control de la luminosidad de luminarias en este caso de tipología HID (High-Intensity-Discharge), basados en un control a través de cabeceras. La comunicación entre las farolas de un tramo de carretera se realiza en base a ZigBee y entre tramos de carretera con GPRS [13]

Dentro de España, los avances más notables en el ahorro energético de luminarias viales se encuentran en el proyecto SIIUR (Solución Integral de Infraestructuras Urbanas) el cual es liderado por la compañía Endesa Network Factory [14]. Este proyecto se encarga de la realización de una red de farolas aplicado a luminaria urbana. De nuevo el

sistema se basa en la interconexión de las farolas mediante PLC y en la existencia de un nodo central encargado de la toma de decisiones. Este proyecto es el primero en el que se implementa un sistema de detección de movimiento mediante infrarrojos.

En Norteamérica la compañía Streetlight Intelligence (STI) Lumen IQ inició en el año 2005 el control inteligente de las luminarias de la carretera principal de la ciudad de Prince George (Vancouver, Canadá) [4]. Las luminarias de esta compañía son controladas de forma remota o local, mediante un canal radio (banda de 900MHz) que permite configurar desde Internet hasta un nodo cabecera la actividad de cada luminaria [15].

Por último la compañía Philips tiene una sección muy importante dedicada al diseño de farolas eficientes. Además de optimizar el consumo de las farolas en base a tecnología de LEDS o HPS, proporciona un software de gestión individual de cada farola desde Internet. Este software se denomina como Startsense [16], y permite comunicar desde un ordenador con acceso a Internet con un nodo cabecera al que están conectadas todas las farolas mediante red eléctrica mediante un protocolo LONWORKS.

A la vista de todos los trabajos relativos presentados anteriormente, se puede remarcar que ningún trabajo se basa en la existencia de un sistema de red mallada de farolas con inteligencia distribuida (sin necesidad de nodos centrales) y que ninguno de todos ellos implementa un sistema de detección automática de movimiento aplicado a carreteras/túneles/autovías/autopistas que permita una gestión inteligente de la luminaria de la farola.

[3]Recomendaciones para la iluminación de carreteras y túneles, Ministerio de Fomento de España, ISBN: 84-498-0427-2, 2000.

[4]McLean, D.; “Adaptive roadway lighting” IMSA Journal (September – October 2006.

[5]Folles, E.; Hogema, J.; Van der Horst, R.; “Dynamic public lighting (DYNO)”. Ministerie van verkeer en waterstaat, the Netherlands, 2004.

[6]Mjøs, T.; “Intelligent street lighting in Oslo, Norway” Proceedings 2007 European Council for an Energy Efficient Economy Summer Study (ecee 2007) Summer Study, ISBN: 978-91-633-0899-4, pp: 469-474, 2007

[7] Página Web del proyecto E-Street <http://www.e-streetlight.com/>

[8]VALOT Project. “Optimization of Road Lighting, Development of Road Surface, Lighting Control and Maintenance (2005-2008)”, Finlandia.

- [9] Lighting Laboratory, Helsinki University of Technology, Finland.
<http://www.lightinglab.fi/>
- [10] Guo, L.; “Intelligent Road Lighting control systems, experiences, measurements and lighting control strategies. Helsinki University of Technology, Finland, Department of Electronics, Lighting Unit, Report 51, 2008
- [11] Guo, L.; Eloholma, M.; Haonen, L. “Intelligent road lighting control systems”. Espoo, Finland. Helsinki University of Technology, Finland, Department of Electronics, Lighting Unit, Report 50, 2008.
- [12] Chung, , H.S.H.; Ho, N.M.; Hui, S.Y.R.; Mai, W.Z.; “Case study of a highly-reliable dimmable road lighting system with intelligent remote control”. 2005 European Conference on Power Electronics and Applications, Page(s): 1 pp. - P.10, 2005.
- [13] Long Li, Xiumin Chu, Yong Wu, Qing Wu, “The Development of Road Lighting Intelligent Control System Based on Wireless Network Control”. 2009 International Conference on Electronic Computer Technology, pp: 353 – 357, 2009.
- [14] Página Web del proyecto SIIUR (Solución Integral de Infraestructuras Urbanas) <http://www.siiur.com/proyecto.php>
- [15] StreetLight Intelligence Company. <http://www.streetlightiq.com>
- [16] Lighting Philips. <http://www.lighting.philips.com>

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La esencia de la invención que aquí se propone está basada en el encendido automático de la luminaria de tecnología LEDs de farolas situadas en zonas de tránsito de coches como túneles, carreteras, autopistas y autovías cuando se detecte la presencia/movimiento de vehículos. Su iluminación será efectiva cuando la distancia, dada por un sistema de coordenadas GPS o similar, esté dentro de la zona de influencia de la farola que ha detectado la presencia de un vehículo. Para ello se empleará un sistema electrónico que se encargará de emitir la señal de activación a la etapa excitadora (*driver*) de los LEDs en función de la información recibida por los sensores. Este sistema estará implantado en farolas viales formando el conjunto de farolas una red mallada de nodos inteligentes que no necesitan ser reprogramados in-situ.

El sistema electrónico empleado para la detección de movimiento está basado en un sistema multi-sensorial formado por uno o varios de los siguientes sistemas sensores:

- 5
 - Sensor de Microondas: Encargado de detectar el vehículo que llega por la izquierda (según el sentido de circulación español) mediante la reflexión de una onda electromagnética de rango comprendido dentro del campo de las microondas (entre 1 GHz y 300 GHz). Gracias a la alta frecuencia de muestreo de las señales reflejadas, la detección del vehículo es casi instantánea y de esta forma se puede activar rápidamente el mecanismo de activación de los diodos LED de la luminaria.
- 10
 - Sensor de Infrarrojo: Su operatividad es análoga al sensor de microondas. Su uso está pensado como sistema sensorial de detección redundante con objeto de detectar un vehículo en las mejores condiciones posibles, pudiendo fusionar múltiples datos sensoriales. En el momento que este sensor detecte algún vehículo se encienden los LEDs de la luminaria y se remite dicha información,
- 15
 - Sensor de visión CMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor): Las imágenes captadas por este sensor serán procesadas por el microprocesador con idea de fusionar la información derivada de ellas junto a la del resto de elementos sensoriales con idea de tener mayor fiabilidad a la hora de establecer
- 20
 - un vehículo candidato y por tanto a la hora de establecer una correcta iluminación de forma inteligente.
 - Acelerómetros. Gracias a ellos se detectarán vibraciones que puedan conducir a la conclusión de la presencia de un vehículo.
- 25

Además del sistema multisensorial, el sistema electrónico está compuesto por:

 - Microprocesador: Es la parte inteligente del sistema encargada de la toma de decisiones. Un algoritmo alojado en su interior se encarga de: recibir las señales de los sistemas sensoriales, generar la señal de activación de los drivers de los diodos LEDs de la luminaria y enviar/recibir información de k farolas vecinas
- 30
 - (aquellas más cercanas según se defina en el algoritmo para cada uso).
 - Sistema de comunicación inalámbrico: Su operatividad se basa en la recepción/envío de mensajes entre k farolas vecinas. Cuando una farola detecta

un coche, además de encender los diodos LEDs asociados a su luminaria, se encarga de enviar un mensaje a k farolas vecinas con objeto de que se enciendan o se apaguen, según la dirección del vehículo, automáticamente para que la percepción visual del conductor sea que todas las farolas están activadas. De esta forma el conductor tendrá en todo momento una percepción visual de iluminación permanente del vial. De la misma forma, si en una farola se detecta un vehículo próximo mediante el sistema sensorial de detección de movimiento entonces se encenderá la luminaria actual o se apagará, según la dirección del vehículo y se enviará un mensaje a las k farolas vecinas para que éstas se activen simultáneamente o se apaguen, según la dirección del vehículo. Es importante hacer notar la situación en la que un vehículo llega a un cruce de carreteras o bien transita de forma cercana a una salida de la autovía/autopista/túnel.

- Sistema de posicionamiento: Formado por un circuito GPS que está embarcado dentro del sistema electrónico diseñado/ o como alternativa elemento auxiliar que se lo comunica cuando se instala la luminaria en su posición definitiva. Su función es la de entregar al microprocesador unas coordenadas espaciales únicas para cada farola con objeto de dotar a cada una de una identificación o numeración que permite tener un mallado de luminarias de rango infinito con identificaciones diferentes.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para completar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, se acompaña a la presente memoria descriptiva, como parte integrante de la misma, una hoja de planos en la cual, con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

En la figura 1 se muestra un esquema ilustrativo de un hipotético vehículo (1-1) circulando por un túnel/autopista/autovía/carretera donde existe una disposición de farolas (F1, F2,..., F10) separadas entre sí x metros. También se puede observar la aparición de la zona de iluminación (1-2) cubierta por las farolas necesarias para una adecuada iluminación que afecta a la conducción del vehículo (1-1). En este apartado cabe mencionar que la disposición unilateral de la figura no es relevante, pudiendo estar situadas las farolas a tresbolillo o de forma bilateral siendo igualmente válido todo lo que se indica en la presente patente.

Por su parte la figura 2 es una extensión de la figura 1. El vehículo (2-1) ha avanzado x metros y la zona de iluminación cubierta (2-2) ha variado mediante la activación/desactivación de farolas.

- 5 En la figura 3 se presenta el diagrama de bloques del sistema electrónico desarrollado. Éste está compuesto por un microprocesador (3-1) encargado de la toma de decisiones del sistema, un sistema sensorial encargado de la detección del movimiento de vehículos, formado por sensores de: infrarrojo (3-3), microondas (3-4), Visión-CMOS (3-6) y acelerómetro (3-7). Además se dispone de un sistema de localización GPS (3-2)
- 10 para la obtención de una identificación propia en base a sus coordenadas y por último un sistema de comunicación inalámbrica (3-5) para enviar/recibir información del resto de farolas.

- En la figura 4 se representa el diagrama de funcionamiento del algoritmo implementado
- 15 para el control inteligente de las luminarias de cada farola. En esta figura se pueden observar los siguientes pasos: lectura de Coordenadas GPS (4-1), detección de vehículos en movimiento en base a la información procedente del sistema sensorial implementado (4-2), recepción de información desde alguna de las k farolas vecinas indicando la aparición de un vehículo en movimiento en la zona de observación de
- 20 dicha farola vecina (1-2) (2-2), procesos de control de la luminaria tanto en activación (4-5) como desactivación (4-4) en función de si se debe encender o no una luminaria (4-2) y (4-3) y por último envío de mensajes a las k farolas vecinas (4-6) cuando se ha detectado un vehículo.

- 25 La figura 5 describe la actividad y funcionamiento de los sensores de infrarrojos (3-4) y microondas (3-3) de las farolas, cuando se detecta un vehículo por dicha farola y por tanto se activa ésta (situación (5-1)), cuando no se detecta un vehículo pero sí una farola vecina y por ello está activada la luminaria (situación (5-2)) y cuando no se detecta ningún vehículo ni tampoco en una farola vecina y por esto la luminaria está
- 30 desactivada (situación (5-3)).

Por último, las figura 6 y 7 reflejan la activación selectiva de las farolas cuando un vehículo pasa por un cruce de carreteras (figura 6) o cuando éste circula de forma

cercana a una salida de una autovía/autopista/túnel (figura 7). En ambos casos como el sistema de control de las luminarias de las farolas no sabe si el vehículo va a girar a derecha, izquierda o continuar recto (caso de la figura 6) o bien tomar la salida de la autovía/autopista/túnel (figura 7) entonces se iluminan todas las farolas necesarias para cubrir la zona de cobertura del campo visual del conductor (6-2) (6-3) (6-4) (6-5) (7-2) (7-3).

MODO DE REALIZACIÓN

A la vista de la figura 1 se observa cómo ante la llegada de un vehículo (1-1) un número definido de farolas (k) separadas x metros entre ellas, iluminan una zona de longitud l (1-2) dentro del campo de visión del vehículo. Esta zona es la suficiente para que el conductor pueda ver claramente hacia delante en su campo de visión generándole al conductor una sensación de iluminación total del tramo de circulación. Gracias a esta alternativa el resto de farolas están apagadas/atenuadas consiguiendo un ahorro energético importante. Cuando el vehículo va avanzando (figura 2) las farolas que quedan detrás de él se van atenuando/apagando de forma progresiva, mientras que las farolas que tiene por delante se van encendiendo. La activación de estas últimas puede ser debida a dos situaciones:

a) Los sensores de detección de movimiento (3-3) (3-4) (3-6) (3-7) de cada farola están activados ante la llegada de un vehículo.

b) Debido a que cada farola cuando detecta un vehículo y por tanto se ilumina, envía a sus k farolas siguientes un mensaje vía comunicación inalámbrica comunicando que se ha detectado la presencia de un vehículo en movimiento, cada una de las k farolas debe activarse independientemente de la actividad de los sensores de movimiento con objeto de tener iluminado un campo de visión de l metros para el conductor de vehículo.

Cada farola tendrá integrado un sistema electrónico cuya composición interna será en base a los bloques mostrados en la figura 3. Cada uno de los bloques que componen dicha figura constituye por sí solo una importante contribución dentro del campo de control inteligente y eficiente de las luminarias de cada farola:

- El sistema sensorial de movimiento formado por uno, varios o todos los siguientes sensores: un sensor de microondas (3-4), por otro de infrarrojos (3-3),

por un sensor CMOS (3-6) y por un acelerómetro (3-7). Los sensores estarán correctamente orientados hacia el sentido por el que se aproximan los vehículos hacia la farola con idea de en el caso de (3-3) (3-4) emitir un par de haces de microondas e infrarrojos respectivamente (h_i en (5-1) (5-2) (5-3) donde $i \in [1,5]$). Si dichos haces se reciben en el propio sensor dentro de un determinado tiempo (e_1 de (5-1)) ello indicará que existe una reflexión con un objeto (en este caso un vehículo) (situación (5-1) de la figura 5). Por su parte si el retorno de los haces (e_2 de (5-2) y (5-3)) sobrepasa un cierto tiempo de espera o simplemente no llegan, ello implicará la no presencia de un vehículo (situación (5-2) y (5-3) de la figura 5). Es importante hacer notar que en el caso de (5-2) aunque los sensores de movimiento no detecten la existencia de un vehículo en movimiento, la luminaria correspondiente sí está activada debido a la cercanía con (5-1) y por tanto debido a la necesidad de tener iluminado un campo de visualización para la correcta conducción del vehículo. El resto de sensores que forman el sistema sensorial (3-6) (3-7) se encargan de realizar la detección de coches en función de la toma de imágenes (3-6) o mediante la medida de vibraciones (3-7) situación en ambos casos que indicará la presencia de un vehículo. La fusión de la información de todos los elementos que componen el sistema sensorial servirá para la toma de decisión de gestión inteligente de la luminaria de la farola.

- Tal y como se ha descrito anteriormente cada luminaria debe comunicar a un conjunto de k farolas cercanas, la detección de un vehículo con objeto de tener iluminado un tramo adecuado de vial (ver figura 1 y figura 2). Por esta razón cada farola está dotada de un sistema redundante de comunicación inalámbrica formada por un canal Wi-Fi y por otro ZigBee (3-5). Cada uno de estos enviará un mensaje a las k farolas siguientes en donde dicho mensaje contendrá la identificación de la farola que ha detectado un vehículo. Dicha identificación deberá ser única y por tanto irreplicable con idea de direccionar correctamente cualquier farola con una identificación distinta. Es importante hacer notar que debido a esta comunicación continua entre farolas, ante ciertas situaciones de incertidumbre en cuanto a la dirección que puede tomar un vehículo, el conductor debe tener iluminado todos los campos visuales posibles. Este caso se puede ver gráficamente en las figuras 6 y 7. En el caso de circulación por

carreteras, cuando un vehículo llega a un cruce (figura 6) el conductor puede cambiar de dirección o continuar por la suya. Como las farolas no conocen la decisión que tomará el conductor deben iluminarse las zonas correspondientes al campo visual que un conductor puede visualizar en cualquier dirección. Así si un conductor a la llegada del cruce mostrado en la Figura 6, además de iluminarse la zona por la que actualmente está circulando (6-2) deben iluminarse las farolas que cubren la zona asociada a la continuación del sentido de circulación actual (6-3), así como las correspondientes al cambio de dirección (6-4) y (6-5). En el caso de autovías/autopistas/túneles el comportamiento de las farolas debe ser análogo ante situaciones de posibles bifurcaciones. Este es el típico caso de una salida de autovías/autopistas/túneles (figura 7). Para que el conductor tenga iluminación adecuada en el tramo de salida en caso de que decidiera tomarla, es necesario que además de la iluminación correspondiente a las farolas de su situación actual (7-2) deben iluminarse las farolas asociadas al área de visualización del conductor en la hipotética salida (7-3).

- Para conseguir que cada farola posea una identificación única se ha dotado al sistema electrónico a implementar, de un dispositivo GPS (3-2). Éste enviará a cada microprocesador del sistema electrónico (3-1) unas coordenadas espaciales únicas ya que éstas están referenciadas a su ubicación geográfica. En base a estas coordenadas se construye una identificación única.
- Por último el elemento microprocesador (3-1) del sistema electrónico a implantar, se encarga de procesar la información procedente de los sensores (3-3), (3-4), de recoger las coordenadas espaciales de la luminaria (3-2), de enviar cuando proceda un mensaje a k farolas vecinas mediante (3-5) y de activar/atenuar/desactivar la luminaria mediante la generación de las órdenes de control correspondientes al driver de control de los LEDs de la luminaria de la farola.

El funcionamiento interno del microprocesador (3-1) viene regido por la figura 4. A continuación se describe el funcionamiento de éste:

1. Nada más arrancar el sistema, el microprocesador recogerá las coordenadas espaciales procedentes del GPS (3-2) para poder así generar la identificación

correspondiente la cual es necesaria en el envío de mensajes a las k farolas vecinas (situación (4-1)).

2. Una vez recogidas éstas, el siguiente paso será el inicio del control de la luminaria. Para ello lo primero que se realiza es la lectura de los sensores de movimiento (situación (4-2)) con objeto de saber si se ha detectado o no la presencia de un vehículo. En caso negativo se comprobará si se ha recibido algún mensaje procedente de alguna farola vecina (situación (4-3)). Si éste no es recibido entonces desactivará la luminaria (4-4) y se volverá a sondear a los sensores de movimiento (4-2). En el momento que un vehículo es detectado por los sensores de movimiento, entonces se generan las señales de control adecuadas al driver de los LEDS con idea de activar la luminaria (situación (4-5)). Ésta permanecerá activada durante unos segundos, para posteriormente enviar un mensaje a las k farolas vecinas.
3. Finalizado el proceso de envío de mensaje a las k farolas vecinas (4-6), la luminaria sigue activada (4-5) ya que puede ser que otro vehículo necesite que dicha luminaria esté activada bien por proximidad inmediata (situación (4-2)) o por proximidad a una farola vecina (situación (4-3)).

REIVINDICACIONES

1. Sistema inteligente de encendido automático de la luminaria de farolas de túneles, autopistas, autovías y carreteras, caracterizado por que comprende un microprocesador, un sistema de comunicación inalámbrico de propagación de información entre farolas, un sistema de localización e identificación basado en GPS y un sistema sensorial de detección de movimiento.
2. Sistema inteligente de encendido automático de la luminaria de farolas de túneles, autopistas, autovías y carreteras según la reivindicación 1, caracterizado por que el sistema sensorial de movimiento está formado por sensores infrarrojos, microondas, acelerómetros y sensores de visión CMOS, pudiendo incorporar el sistema un único sistema sensor o varios de los anteriores.
3. Sistema inteligente de encendido automático de la luminaria de farolas de túneles, autopistas, autovías y carreteras, según la reivindicación 1, caracterizado por que las luminarias están basadas en tecnología LEDs (Light Emitting Diode).

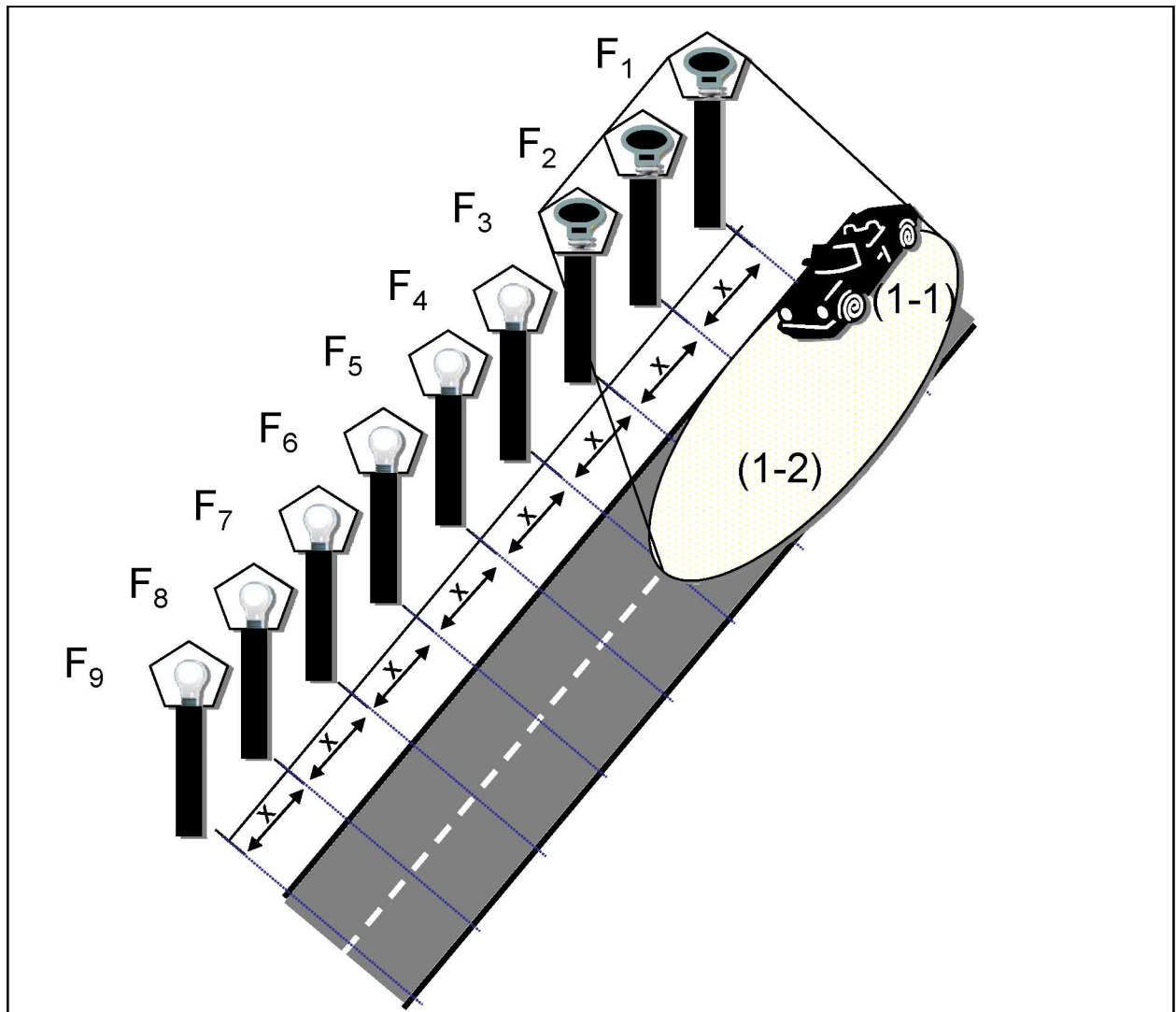


Figura 1

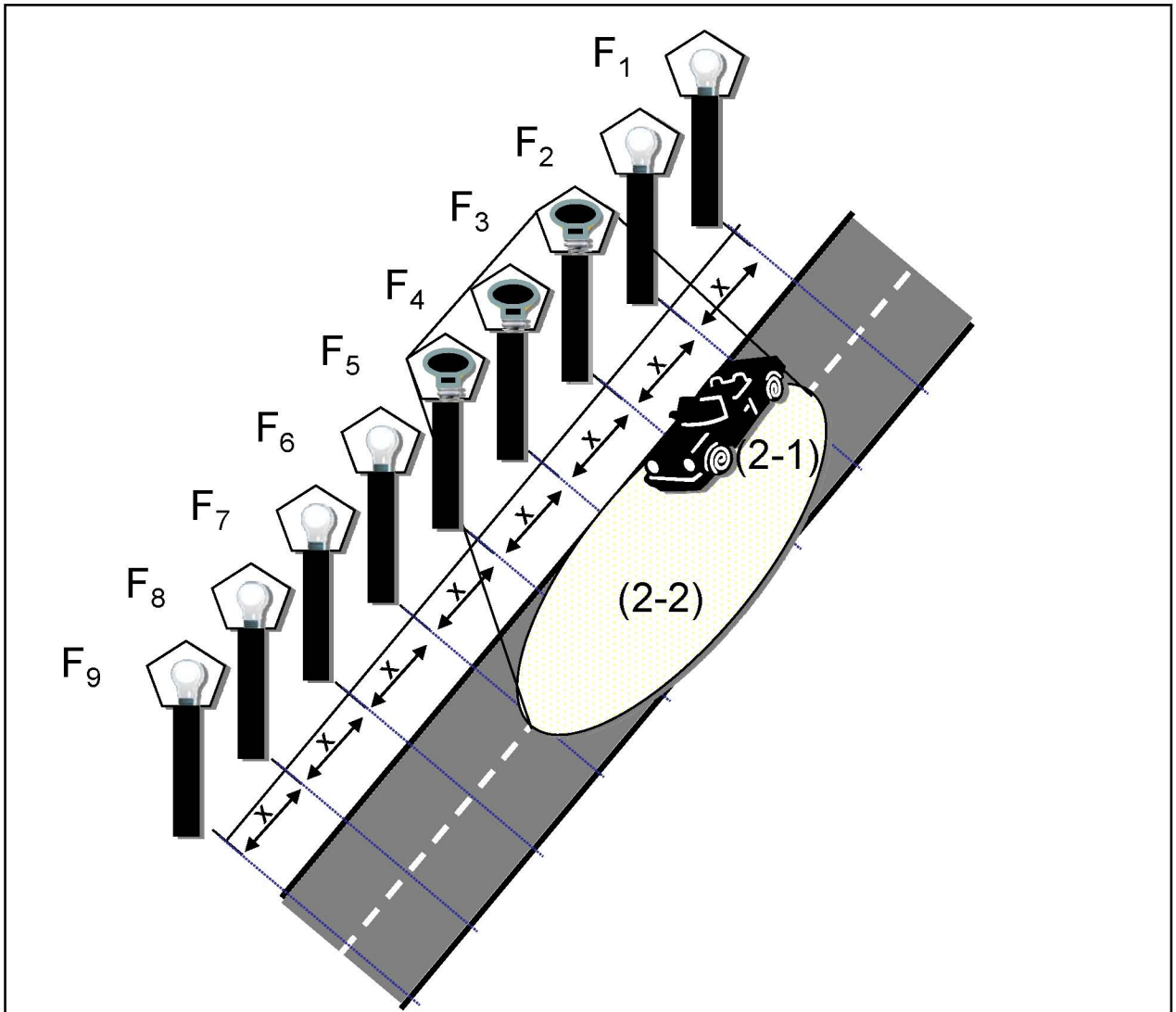


Figura 2

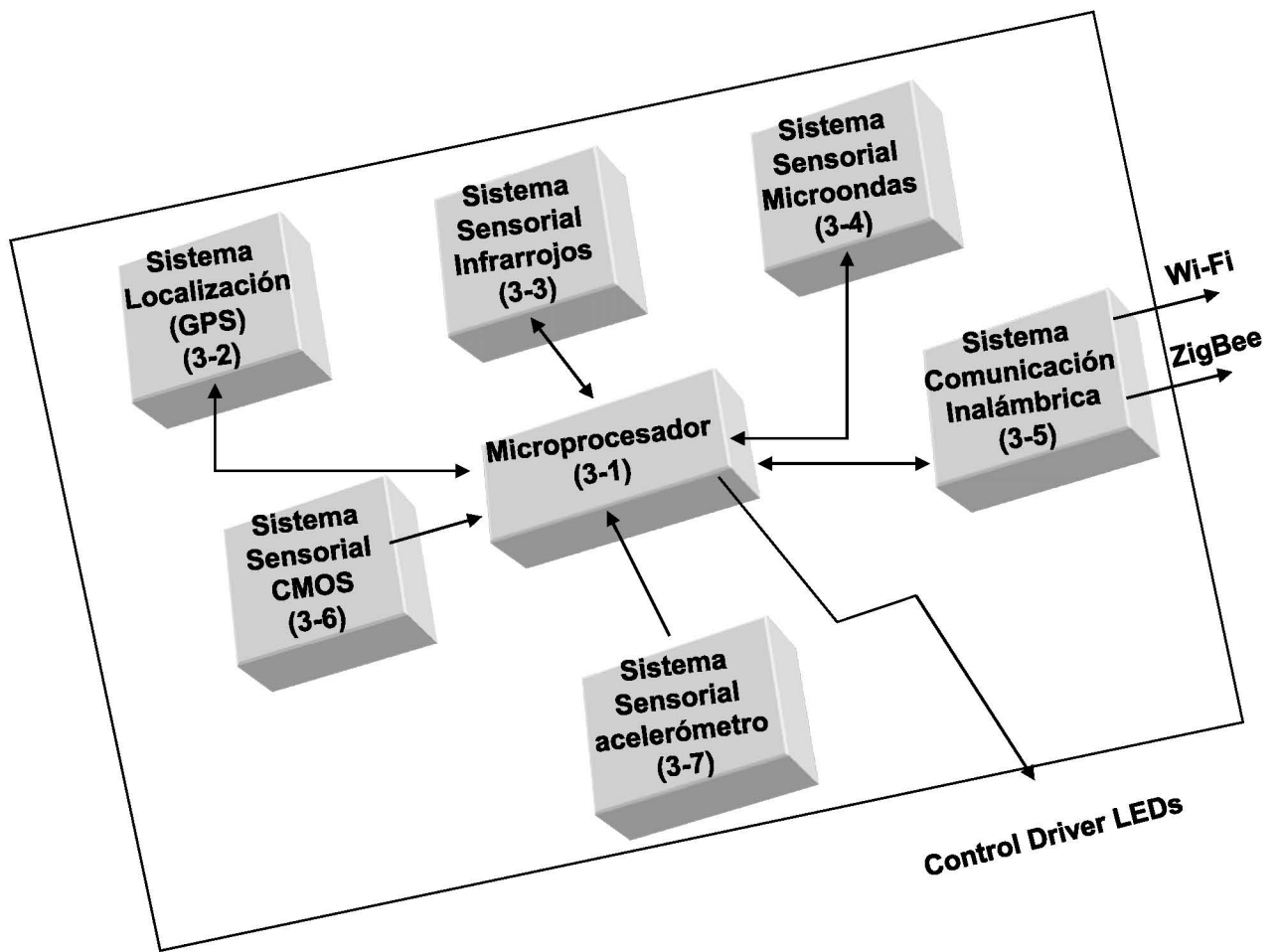


Figura 3

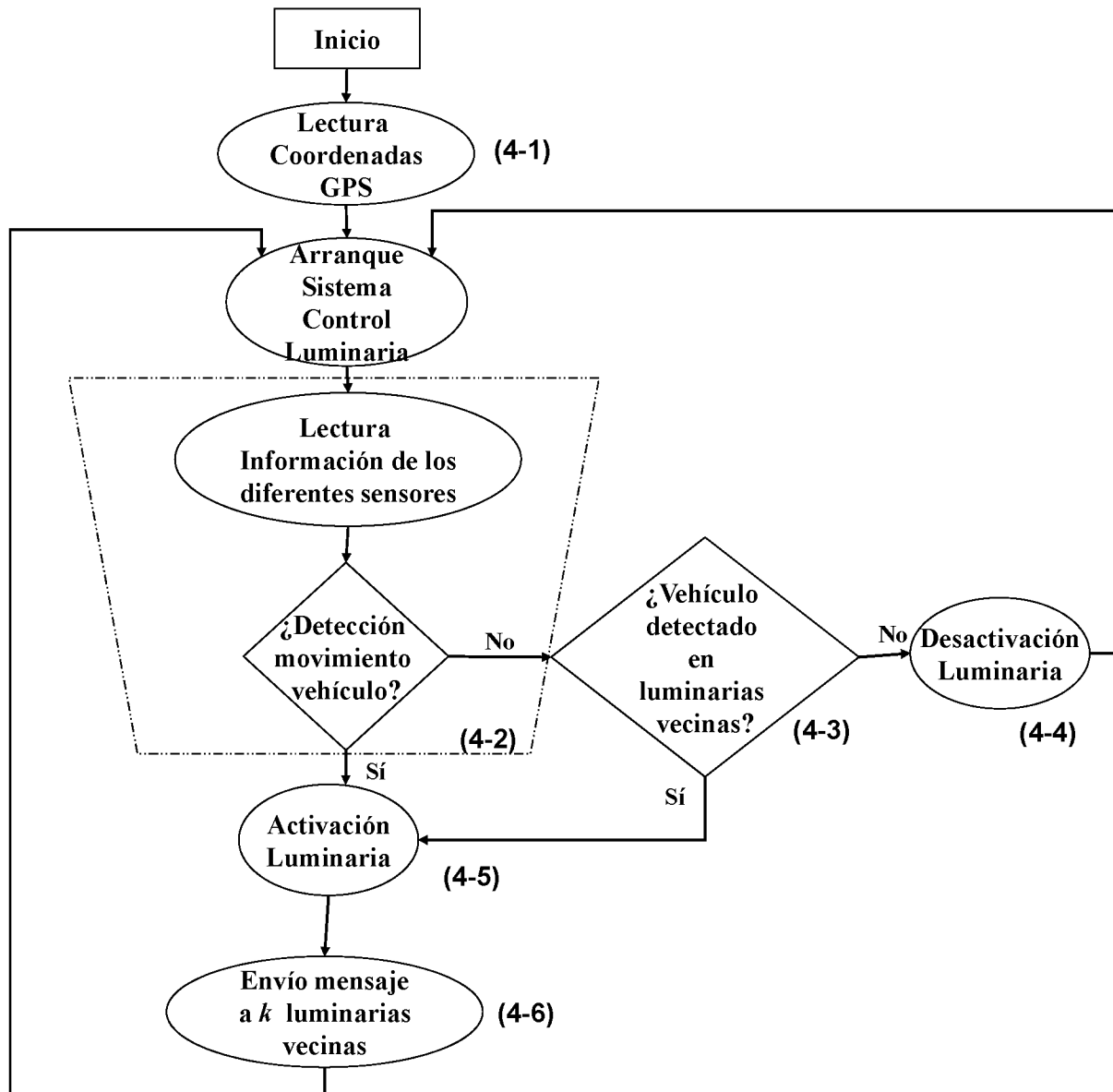


Figura 4

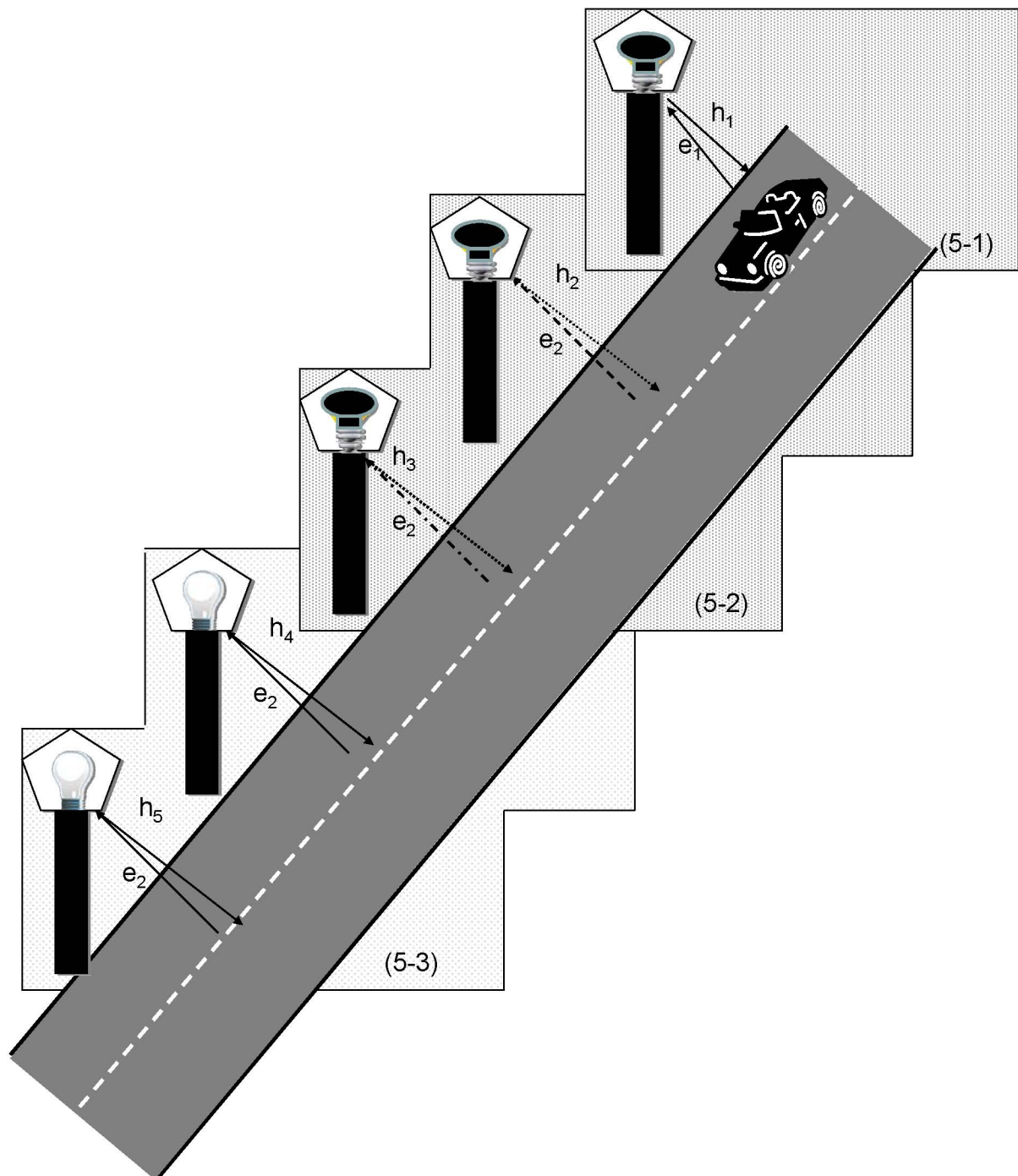


Figura 5

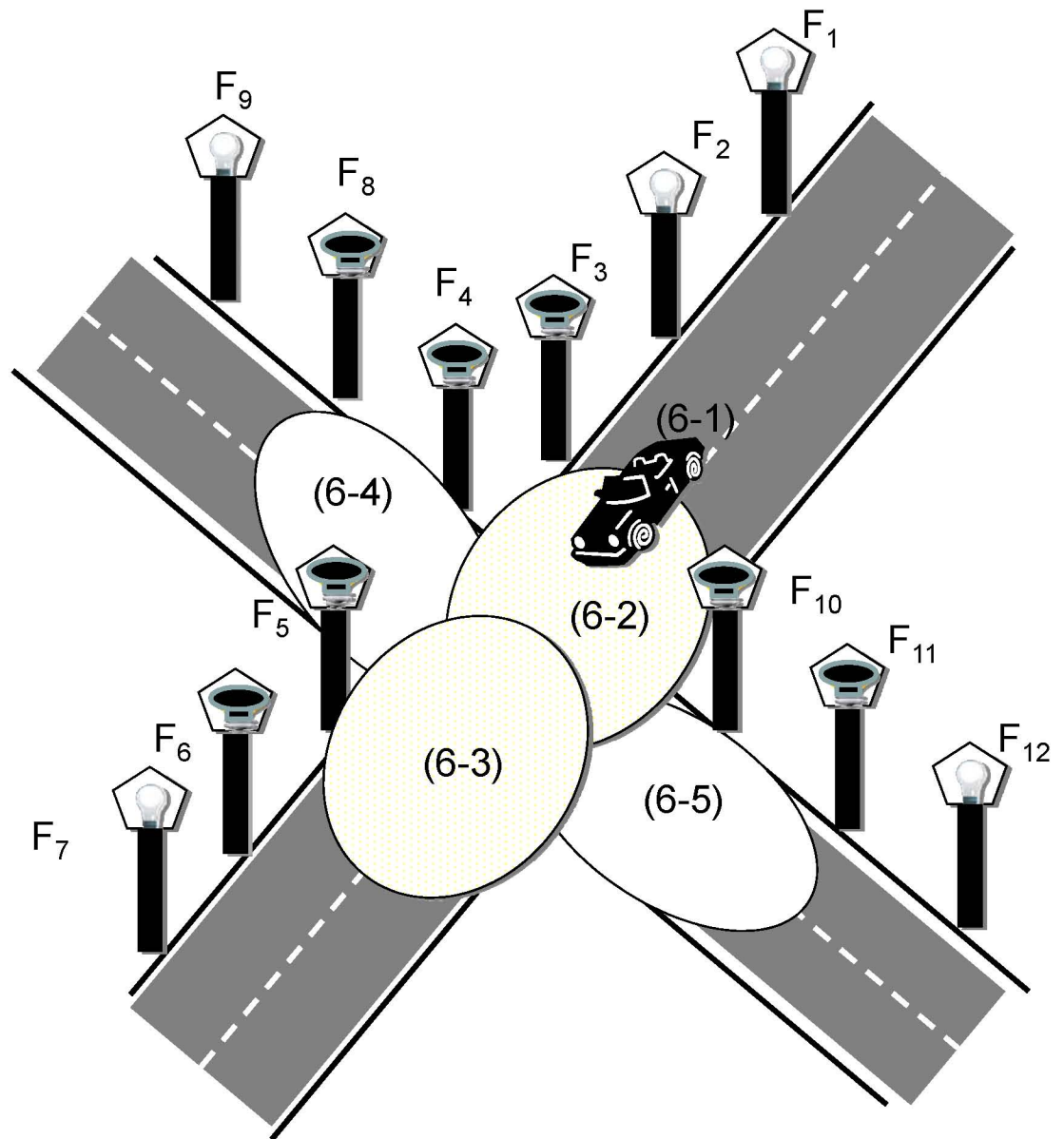


Figura 6

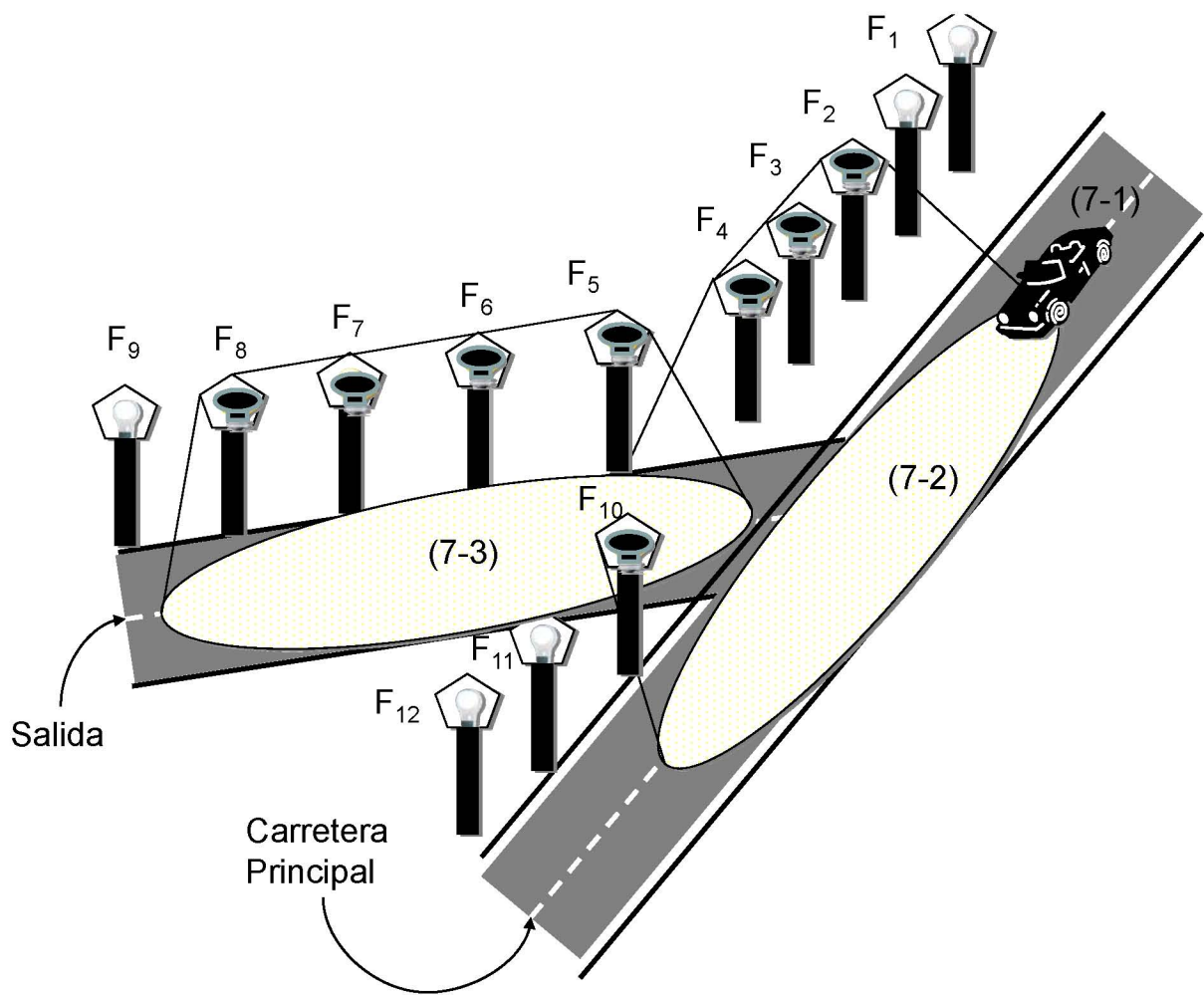


Figura 7



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201000546

②② Fecha de presentación de la solicitud: 28.04.2010

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **H05B37/02** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	WO 2009003279 A1 (CARMANAH TECHNOLOGIES CORP et al.) 08.01.2009, página 9, línea 13 – página 12, línea 6; página 13, línea 17 – página 17, línea 2; página 18, línea 22 – página 20, línea 1; página 23, línea 27 – página 24, línea 26; figuras 1,2,4,6.	1-3
Y	WO 2010014925 A2 (MING SOLAR INC et al.) 04.02.2010, párrafos 3-5,65,66,98-103; figuras 1,2,21.	1-3
A	GB 2444734 A (HOWE ANDREW ROBERT LINTON) 18.06.2008, página 1, línea 30 – página 3, línea 32; figura.	1-3
A	US 2007273500 A1 (CHIU CHIH HUNG) 29.11.2007, párrafos 18-23; figuras.	1-3
A	DE 102007007031 A1 (LEHMANN MARIO) 30.08.2007, resumen; figuras. Recuperado de World Patent Index en Epoque Database.	1-3

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
15.10.2012

Examinador
M. J. Lloris Meseguer

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H05B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 15.10.2012

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-3	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-3	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	WO 2009003279 A1 (CARMANAH TECHNOLOGIES CORP et al.)	08.01.2009
D02	WO 2010014925 A2 (MING SOLAR INC et al.)	04.02.2010

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

De todos los documentos recuperados del estado de la técnica, se considera que el documento D01 es uno de los más próximos a la solicitud que se analiza. A continuación se comparan las reivindicaciones de la solicitud con el documento D01.

Reivindicación 1

El documento D01 describe un sistema inteligente de encendido automático de la luminaria de farolas que comprende un procesador (20), un sistema de comunicación inalámbrico de propagación de información entre farolas (14), un sistema de localización basado en GPS (9) y un sistema sensorial de detección de movimiento (4).

La invención definida en la reivindicación independiente 1 difiere del documento D01 en que el sistema inteligente de encendido automático de la luminaria de farolas también comprende un sistema de identificación basado en GPS. De esta manera cada farola tiene una identificación en el sistema que está basada en sus coordenadas espaciales. El problema técnico objetivo que resuelve así el sistema es obtener para cada farola del sistema una identificación única basada en sus coordenadas espaciales.

El documento D02 describe un sistema inteligente de encendido automático de la luminaria de farolas que comprende un controlador, un sistema de comunicación inalámbrico entre farolas, un sistema sensorial de detección de movimiento (ver párrafos 65, 66) y un sistema de identificación único de cada farola basado en GPS (ver párrafo 5).

Por tanto, el problema técnico objetivo mencionado anteriormente se encuentra resuelto en el documento D02. En consecuencia, la reivindicación 1 carece de actividad inventiva según el artículo 8.1 LP.

Reivindicación 2

El documento D01 indica que el sistema sensorial de movimiento puede estar formado por sensores infrarrojos o microondas (ver página 10, línea 27-página 11, línea 2). Por tanto, se puede concluir que, a la vista del estado de la técnica conocido, la reivindicación 2 no cumple el requisito de actividad inventiva según el artículo 8.1 LP.

Reivindicación 3

El documento D01 indica que las luminarias están basadas en tecnología LED (ver figura 1). Por tanto, se puede concluir que, a la vista del estado de la técnica conocido, la reivindicación 3 no cumple el requisito de actividad inventiva según el artículo 8.1 LP.