

## (12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad Intelectual  
Oficina internacional



(10) Número de Publicación Internacional

WO 2011/036313 A1

(43) Fecha de publicación internacional  
31 de marzo de 2011 (31.03.2011)

PCT

(51) Clasificación Internacional de Patentes:  
G01V 11/00 (2006.01) G08G 1/017 (2006.01)

SIFUENTES DE LA HOYA, Ernesto [ES/ES]; C/ Jordi Girona, 31, E-08034 Barcelona (ES).

(21) Número de la solicitud internacional:  
PCT/ES2010/000364

(74) Mandatarios: CURREL SUÑOL, Marcelino, et al.; Curell Suñol S.L.P., Passeig de Gràcia, 65 bis, E-08008 Barcelona (ES).

(22) Fecha de presentación internacional:  
31 de agosto de 2010 (31.08.2010)

(81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(25) Idioma de presentación: español

(84) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,

(26) Idioma de publicación: español

(30) Datos relativos a la prioridad:  
P200901970  
28 de septiembre de 2009 (28.09.2009) ES

(71) Solicitante (para todos los Estados designados salvo US): UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA [ES/ES]; C/ Jordi Girona, 31, E-08034 Barcelona (ES).

(72) Inventores; e

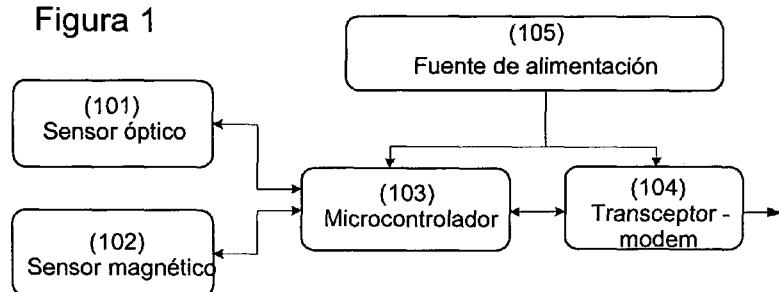
(75) Inventores/Solicitantes (para US solamente): PALLÀS ARENY, Ramon [ES/ES]; C/ Jordi Girona, 31, E-08034 Barcelona (ES). CASAS PIEDRAFITA, Jaime Oscar [ES/ES]; C/ Jordi Girona, 31, E-08034 Barcelona (ES).

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: METHOD AND APPARATUS, FOR CONTINUOUSLY DETECTING THE PRESENCE OF VEHICLES, WITH AN OPTICAL SENSOR AND A MAGNETIC SENSOR

(54) Título : MÉTODO Y APARATO PARA DETECTAR CONTINUAMENTE LA PRESENCIA DE VEHÍCULOS CON UN SENSOR ÓPTICO Y UN SENSOR MAGNÉTICO

Figura 1



101	Optical sensor
102	Magnetic sensor
103	Microcontroller
104	Transceptive-modem
105	Power supply source

(57) Abstract: The present invention describes a method and an apparatus for the continuous, non-intermittent, detection of vehicles, which is based on the detection of the sudden change in illumination produced on the ground underneath the vehicle when the latter arrives or departs and in the use of said detection for activating a magnetic sensor, the sensitivity of which is adjusted to detect only those magnetic anomalies that are sufficiently great to be able to be attributed to a vehicle that is over the sensor. Not only the illumination sensor but also the magnetic sensor are connected directly to a digital controller without the need for active electronic components of a dedicated or shared power supply source. The detector may be stationary or portable, wireless or connected by means of cables, and may operate independently or as part of a network of sensors.

(57) Resumen:

[Continúa en la página siguiente]



IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, **Publicada:**

RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, — *con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))*  
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

---

En la presente invención se describe un método y un aparato de detección continua, no intermitente, de vehículos basado en la detección del cambio brusco de iluminación que se produce en el suelo de debajo de un vehículo cuando éste llega o sale, y en la utilización de dicha detección para activar un sensor magnético cuya sensibilidad está ajustada para detectar sólo aquellas anomalías magnéticas suficientemente grandes para poder ser atribuidas a un vehículo que esté sobre el sensor. Tanto el sensor de iluminación como el sensor magnético están conectados directamente a un controlador digital sin necesidad de componentes electrónicos activos ni de una fuente de alimentación propia o compartida. El detector puede ser fijo o portátil, inalámbrico o conectado mediante cables, y puede funcionar de forma independiente o como parte de una red de sensores.

## **MÉTODO Y APARATO PARA DETECTAR CONTINUAMENTE LA PRESENCIA DE VEHÍCULOS CON UN SENSOR ÓPTICO Y UN SENSOR MAGNÉTICO**

La presente invención se refiere a un método y un aparato para conocer si en una  
5 zona determinada hay algún vehículo presente, más particularmente a un método  
que se basa en un sensor de iluminación y un sensor magnético dispuestos en el  
suelo de dicha zona.

### **OBJETO**

El objeto de la presente invención es desarrollar un método para detectar  
10 continuamente si en una zona predeterminada hay un vehículo presente,  
empleando para ello un sensor óptico pasivo que detecte la sombra producida por  
el vehículo, y un sensor magnético que confirme si dicha sombra es debida a un  
vehículo que está sobre el sensor, o puede que sea debida a otra causa que reduce  
la iluminación. Un segundo objeto de la presente invención es desarrollar un  
15 aparato que ofrezca una señal de salida que indique si en una zona predeterminada  
hay o no un vehículo, y que tenga un consumo de energía suficientemente pequeño  
para poder funcionar con una pila.

### **ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN**

Saber si hay un vehículo en una zona predeterminada es una necesidad  
20 común en la gestión de aparcamientos, pasos a nivel, salidas de emergencia,  
control de accesos, zonas de seguridad, y otras aplicaciones donde se deban tomar  
decisiones a partir de la presencia o ausencia de un vehículo en una zona concreta.  
En zonas cubiertas con algún tipo de techo, la presencia de un vehículo en una  
25 zona concreta se puede conocer mediante uno o más sensores colgados del techo  
o de una estructura sujetada a éste, y situados directamente sobre la zona que se  
desea vigilar. Una forma habitual de hacerlo es mediante sensores basados en  
algún tipo de radiación, por ejemplo ultrasonidos o radiación infrarroja, porque el  
tiempo de tránsito entre un emisor y un receptor depende de si la radiación enviada  
30 por el emisor se refleja en el suelo o en otro objeto más cercano, como puede ser la  
cubierta de un vehículo. Una solución alternativa, que no exige tener un sensor por

cada zona específica que se desee vigilar, es poner una o más cámaras de televisión enfocadas hacia el área de interés. Mediante algoritmos de análisis de imágenes se puede conocer la cantidad de vehículos que hay en el área cubierta por las cámaras. Esta solución es técnicamente más compleja por cuanto hay que 5 poder detectar vehículos que queden parcial o totalmente ocultos detrás de otros, y exige disponer de un soporte para montar la cámara o cámaras. En un edificio, este soporte se puede anclar en una pared o en el techo, pero en las zonas sin techo hay que poner algún tipo de poste.

Una alternativa más económica que las cámaras puede ser colocar detectores 10 en el suelo de cada parcela que se desee vigilar. Para la detección se puede adaptar alguno de los métodos basados en la emisión y recepción de algún tipo de radiación que normalmente se aplican desde el techo. Pero es más simple basar la detección en un sistema pasivo que capte la alteración que la presencia de un vehículo produzca en alguna condición previa del entorno. Además, el consumo de 15 energía de los detectores pasivos será inferior porque no hace falta crear dicha condición preexistente, a diferencia de los detectores basados en la emisión y recepción de radiación (radiofrecuencia, óptica, mecánica-ultrasonidos) que deben generar la radiación que emiten. En áreas de aparcamiento grandes, y en general donde no haya una infraestructura que permita un suministro inmediato de energía 20 eléctrica a cada parcela vigilada, la posibilidad de alimentar cada detector con baterías reduce los costes de instalación. En estos casos, otra cualidad importante del detector es que su consumo de energía sea lo menor posible.

Una magnitud física que se puede medir en el suelo y que cambia al pasar un vehículo es la tensión mecánica en un elemento sobre el cual pase la rueda. Así, el 25 documento WO/1996/01461 de Antonio Hernando Grande y col. describe un dispositivo para detectar vehículos estacionados que se basa en detectar la tensión mecánica que produce la rueda del vehículo a su paso sobre un hilo que tiene un extremo fijo en un soporte metálico y cuyo otro extremo está sujeto a un soporte semicircular donde se encuentra pegada una cinta de material magnético amorf. 30 Esta cinta constituye el núcleo de un arrollamiento que recoge la fuerza electromotriz inducida al paso de la rueda sobre el hilo. Se aprecia que, igual como sucede con los sensores piezoelectricos, tubos neumáticos y espiras inductivas,

- 3 -

que detectan un cambio transitorio breve debido al paso del vehículo, este sensor tiene que estar continuamente en estado activo, con el consiguiente consumo de energía, y no puede detectar vehículos estacionados. Además, un vehículo que, por ejemplo, pase sobre el sensor cuando va hacia otra plaza de aparcamiento, dará 5 una señal al pasar sobre el sensor de cada plaza, pero acabará estacionado en una plaza concreta, con lo cual el recuento de detecciones es mayor que el número de vehículos estacionados.

Otra magnitud física que queda alterada con el paso de un vehículo, e incluso con su mera presencia, es el campo magnético, porque el abundante material ferromagnético en los vehículos provoca una anomalía del campo magnético terrestre que perdura mientras el vehículo esté presente. Dicha anomalía se puede detectar por ejemplo mediante sensores magnetoresistivos (basados en el efecto magnetoresistivo, anisótropo-AMR o gigante-GMR) y por ello este método se ha aplicado mucho para detectar el paso de vehículos y un poco menos para detectar 10 su presencia [véanse por ejemplo: M. J. Caruso, L. S. Withanawasam, "Vehicle Detection and Compass Applications using AMR Magnetic Sensors" <http://www.ssec.honeywell.com/magnetic/datasheets/amr.pdf>; P. Ripka, "Magnetic sensors for traffic control," *Proceedings of the International Symposium on Measurement and Control in Robotics* (ISMCR 99), Tokio, vol. 10, pp. 241-246, 15 1999; G. Rouse, H. French, H. Sasaki "A solid-state vehicle detector for roadway applications," *IEEE Proceedings on Vehicle Navigation and Information Systems Conference*, Seattle, USA, pp. 11-16, July 1995; S. V. Marshall, "Vehicle Detection Using a Magnetic Field Sensor," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 20 27, no. 2, pp. 65-68, May 1978; R. Lao, D. Czajkowski, "Magnetoresistors for 25 Automobile Detection and Traffic Control," *Sensors*, pp. 70-73, April 1996]. Para detectar un vehículo basta con medir la anomalía magnética en la dirección de la componente predominante del campo magnético terrestre, que cambia de unos a otros puntos de la Tierra, según la latitud, aunque también se puede detectar un vehículo midiendo en otras direcciones.

30 Un problema común a todas estas aplicaciones basadas en magnetoresistores es que el consumo de energía de estos sensores es relativamente alto porque su resistencia eléctrica es del orden de 1 kΩ a 5 kΩ, y por

lo tanto si se les alimenta de forma continua pueden agotar una pila en un tiempo muy breve. Si hay más de un sensor, por ejemplo en nodos sensores que incluyen un sensor magnético para detectar vehículos y varios sensores específicos para conocer las condiciones ambientales (temperatura, lluvia, hielo, etc.), y el sistema 5 no tiene ninguna conexión mediante hilos, por ejemplo tal como describe el documento US20060202863A1 de Robert Kavaler, el problema del consumo de energía es aún más grave. Además, los refinamientos en magnetómetros basados en magnetoresistores aplicados a la detección de vehículos, utilizan un convertidor analógico-digital como medio para obtener una señal digital correspondiente a la 10 anomalía magnética medida, y dicho convertidor exige un acondicionamiento de la salida del sensor magnético, que se realiza mediante amplificadores, tal como se describe por ejemplo en los documentos US5491475 de Gordon F. Rouse y William M. Volna, y US6546344 de James A. Rodrian y Donald R. Janke. Estos circuitos de 15 acondicionamiento de señal con amplificadores, filtros, etc., conllevan un consumo de energía adicional.

Un sistema obvio para reducir el consumo de energía es alimentar el detector de forma intermitente en intervalos de tiempo predeterminados. Pero si se quiere tener una detección de presencia o ausencia fiable, dichos intervalos deben ser suficientemente breves, y en consecuencia el ahorro de energía dependerá mucho 20 del régimen de ocupación de la zona. El documento US200201090856 de Charles K. Howard describe una solución para evitar que el sensor magnético tenga que estar funcionando continuamente. Consiste en emplear un sensor de vibración que detecte la vibración del suelo producida por un vehículo y que active el sensor magnético cuando hay una vibración y lo desactive cuando no ha habido vibración 25 durante un tiempo. La eficacia de esta solución depende por una parte del consumo del sensor de vibración, que deberá estar activo continuamente si se desea una detección continua, y del conocimiento de la señal de vibración que pueda ser considerada como indicador de la presencia de un vehículo en la zona de interés. Pero, en cualquier caso, el sensor de vibración no puede detectar la presencia de 30 un vehículo parado. Los sensores de vibración citados en el documento US200201090856 son un micrófono electret EM9765-422, cuyo consumo es de 0,5 mA cuando está alimentado a 4,5 V, y un acelerómetro ADXL202, cuyo

consumo típico cuando se alimenta a 5 V es de 0,6 mA. A estos consumos hay que añadirles los consumos de los componentes necesarios para acondicionar la señal de salida del sensor de vibración que se utilice, del controlador al que comunican sus señales, y de la fuente de alimentación que alimenta al conjunto.

5        El análisis de la información disponible hasta ahora, evidencia que no hay ningún método para detectar continuamente y de forma fiable la presencia de un vehículo en una zona determinada, y que en ausencia de vehículos tenga un consumo de energía inferior a unos 30 microvatio (10 microamperios con una alimentación de 3 V). Hemos encontrado que colocando en el suelo un sensor óptico que al detectar una iluminación baja ponga en funcionamiento un sensor magnético en el mismo punto, para verificar si la reducción de la iluminación se debe a una anomalía magnética, permite una detección fiable y continua de la presencia de vehículos y con un consumo de energía mucho menor que el de un sensor magnético alimentado continuamente, o el de un sensor magnético activado 10      cuando un sensor de vibración detecta una señal que indica que se acerca un vehículo.

15

## DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

      Hemos desarrollado un método y aparato nuevos para detectar si en una zona predeterminada hay algún vehículo presente, mediante un detector dispuesto en el suelo de la zona que se desea controlar, y que consiste en un sensor óptico pasivo que detecta la sombra producida por el vehículo y a partir de cuya información se controla la alimentación y la medida de un sensor magnetoresistivo que confirma si dicha sombra es debida a un vehículo que está sobre el sensor o, por el contrario, la iluminación se ha reducido por otra causa. El detector puede ser fijo o portátil, 20      inalámbrico o conectado mediante cables, y puede funcionar independientemente o como parte de una red de sensores.

25

      El aparato desarrollado se basa en un controlador digital al cual están conectados un sensor óptico pasivo y un sensor magnético, mediante las interfaces electrónicas correspondientes, un circuito de comunicación (transceptor o módem) y 30      un sistema de alimentación que suministra corriente al controlador y al transceptor/módem, pero que no está conectado a ninguno de los dos sensores, a

- 6 -

diferencia por ejemplo de la invención descrita en el documento US200201090856, donde los sensores están conectados a la fuente de alimentación mediante circuitos que permitan activar a los sensores intermitentemente. En nuestra invención, tanto el controlador como el transceptor/módem están normalmente en un estado de 5 espera, en el que su consumo es muy bajo, y el circuito de interfaz para el sensor óptico y el circuito de interfaz para el sensor magnético están conectados a distintos terminales de salida del controlador, el cual puede disponer que cada uno de dichos terminales tenga un nivel de tensión alto ("1" digital) o bajo ("0" digital), en términos de los niveles de tensión lógicos de la tecnología microelectrónica en que esté 10 fabricado el controlador, o hacer que un terminal esté en un estado de alta impedancia (HZ). Mediante estas conexiones se logra alimentar al sensor óptico y al sensor magnético desde el controlador, sin necesidad de conectar cada sensor a una fuente de alimentación. Esta alimentación de los sensores desde el controlador será posible siempre y cuando el diseño de los circuitos de interfaz de cada sensor 15 asegure que los puertos del controlador podrán suministrar la corriente necesaria, que además interesa que sea muy pequeña o que fluya durante un tiempo muy breve.

El circuito de interfaz para el sensor óptico tiene una salida conectada a dos terminales de entrada del controlador digital: uno de estos terminales (EA) está 20 conectado a un convertidor analógico-digital, y el otro (EI) corresponde a una entrada que se puede habilitar para que interrumpa al controlador cuando en ella haya una transición entre los dos niveles de tensión correspondientes a los estados lógicos "1" y "0". El circuito de interfaz para el sensor magnético está conectado a uno o más terminales de entrada del controlador, según convenga para poder medir 25 el valor del campo magnético en la zona donde esté emplazado el sensor. El sensor magnético, que mide el campo magnético B según un eje, puede estar dispuesto para medir en la dirección de la componente predominante del campo magnético de la Tierra, de acuerdo con la latitud de la ubicación del sensor, o según otra dirección en la cual la componente del campo magnético terrestre sea también grande. La 30 cadencia de las operaciones que realiza el controlador viene determinada por la frecuencia de una señal de reloj que se puede elegir de entre varias disponibles en

función de la información aportada por los sensores, según se describe a continuación.

Cuando el aparato se pone en marcha, queda en un estado de espera en el que el sensor óptico se alimenta desde el controlador y drena muy poca corriente gracias al diseño de su circuito de interfaz; en cambio, el circuito de interfaz del sensor magnético, y por ende el sensor magnético, no recibe ninguna tensión de alimentación. El controlador funciona en un modo que no requiere ninguna señal de reloj, y del que sólo puede salir cuando hay una interrupción externa. Cuando la iluminación que detecta el sensor óptico es inferior a un valor predefinido  $E_{min}$ , la tensión de salida de su circuito de interfaz cambia suficientemente para que el controlador interprete dicho cambio en su entrada  $E_I$  como una petición de que deje el estado de espera y proceda a medir el campo magnético. Para ello, el controlador pasa a funcionar con un reloj rápido, activa al sensor magnético, mide la salida o salidas de su circuito de interfaz y a partir de ellas calcula el valor del campo magnético  $B_m$ . Luego, el controlador compara este valor  $B_m$  con un valor de referencia  $B_{ref}$  obtenido al medir en ausencia de vehículos, y si el cambio es mayor que un valor predeterminado  $B_v$ , se considera que hay un vehículo encima y se genera una señal que indique "presencia" (plaza ocupada). El campo magnético se puede seguir midiendo cada  $T_1$  segundos para comprobar si la diferencia entre el valor medido  $B_m$  y el valor de referencia  $B_{ref}$  sigue siendo mayor que  $B_v$ . Cuando la diferencia entre  $B_m$  y  $B_{ref}$  es menor que  $B_v$ , se considera que el vehículo ha salido, y en consecuencia se genera una señal de "ausencia" (plaza libre), se deja de alimentar al circuito del sensor magnético, y se vuelve al estado de espera. El tiempo  $T_1$  se puede elegir según la tasa de ocupación y de entrada y salida de vehículos en la zona. Para zonas con alta ocupación y escasa movilidad, por ejemplo,  $T_1$  puede ser más largo.

Si inmediatamente después de que el sensor óptico detecte una baja iluminación, la diferencia entre el valor del campo magnético medido  $B_m$  y el valor del campo magnético de referencia  $B_{ref}$  es inferior al valor  $B_v$ , no se emite señal de presencia de vehículo (plaza ocupada) y se entra en una rutina diferente de aquella seguida cuando se ha detectado un cambio mayor que  $B_v$ . Se considera que la sombra no es fruto de la presencia de un vehículo sobre el sensor sino que se debe

a otras causas (ha oscurecido y no hay luz artificial, hay un objeto sobre el sensor, un coche cercano proyecta una sombra densa, etc.). En esta otra rutina, cada T2 segundos mide el valor de la iluminación, a partir de la señal conectada a su entrada EA, y el valor del campo magnético tal como se ha medido antes. Si en 5 alguna de estas mediciones periódicas la diferencia entre el valor Bm del campo magnético medido y el valor de referencia Bref es mayor que Bv, se genera una señal de "presencia" y se sigue midiendo hasta que o bien la diferencia es menor que Bv, o bien la iluminación medida es mayor que Emin. En ambos casos se genera una señal de "ausencia" y se pasa al estado de espera. Si en algún 10 momento la diferencia entre Bm y Bref es mayor que Bv cuando la iluminación es mayor que Emin, se genera una señal de alarma, tanto si previamente ha habido alguna detección de presencia como si no la ha habido.

De la exposición anterior se deduce que el sensor óptico siempre está activado: mientras no hay ningún vehículo sobre el detector, el sensor de iluminación está activado continuamente para poder detectar una reducción brusca de la iluminación; si hay vehículo, el sensor de iluminación sigue activo para poder detectar la salida del vehículo, y el sensor magnético comprueba periódicamente que el vehículo sigue presente. Cuando se duda sobre la presencia de un vehículo porque el sensor de iluminación detecta oscuridad pero el sensor magnético no detecta una anomalía magnética, el sensor óptico está activado continuamente, para detectar si desaparece la causa que provoca la oscuridad, mientras que el valor de la iluminación y el campo magnético se miden periódicamente. Cuando la iluminación es alta pero el sensor de campo magnético detecta una anomalía magnética significativa, se emite una alarma.

25 Para reducir el consumo de energía, cuando el controlador digital cambia de estado elige la frecuencia de reloj más adecuada para las tareas que deberá realizar en ese nuevo estado. Así, por ejemplo, en estado de espera de una interrupción en EI, todos los osciladores de reloj están parados; en los intervalos entre las mediciones de B, se elige un reloj de baja frecuencia, mientras que para la 30 medición de B y la comunicación de señales se elige un reloj de alta frecuencia. También para reducir el consumo de energía, los circuitos de interfaz del sensor óptico y del sensor magnético no incluyen ningún componente electrónico activo. Si

el detector no se va a usar durante una temporada, se puede dejar el transceptor o módem en estado de espera, y se pueden deshabilitar todos los periféricos internos del controlador, osciladores, convertidor analógico-digital, etc., e incluso se puede desactivar el sensor óptico porque no está directamente conectado a la fuente de alimentación del detector sino a un terminal del controlador, cuya tensión se puede programar.

El valor de referencia  $Bref$  se obtiene midiendo el campo magnético en la ubicación que tendrá el sensor, en ausencia de vehículos y de objetos ferromagnéticos próximos. La medición se puede hacer con un magnetómetro o con el propio sensor magnético del aparato, en cuyo caso se puede ir actualizando periódicamente. Esta actualización debe realizarse en ausencia de vehículos.

#### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

Se describe a continuación una realización preferente de la invención de acuerdo con las figuras que acompañan, en las cuales:

15 La fig. 1 presenta el esquema de bloques del detector continuo de presencia de vehículos.

La fig. 2 presenta una realización preferente de la invención.

15 La fig. 3 presenta los resultados de dos experimentos sobre el cambio en la iluminación que recibe el sensor óptico dispuesto en el suelo, al aire libre durante el 20 día.

La fig. 4 presenta los resultados de dos experimentos sobre el cambio en la iluminación que recibe el sensor óptico dispuesto en el suelo, al aire libre durante la noche, en un aparcamiento iluminado.

25 La fig. 5 presenta los resultados de tres experimentos con tres modelos de vehículos distintos cuando entran y salen de una plaza de aparcamiento al aire libre y el detector está en el centro de la plaza.

#### **DESCRIPCIÓN DE UNA REALIZACIÓN PREFERENTE**

- 10 -

La figura 1 muestra un sensor óptico pasivo (101) y un sensor magnético (102) conectados a un microcontrolador (103) que a su vez está conectado a un transceptor inalámbrico (104). El microcontrolador incluye un convertidor analógico-digital. La fuente de alimentación (105) está conectada al microcontrolador y al transceptor, pero no a los sensores ni a sus circuitos de interfaz. Dichos sensores y circuitos de interfaz sólo son alimentados, cuando es necesario, por el propio microcontrolador.

Para obtener una mayor eficiencia energética, y así aumentar la autonomía del aparato cuando se alimenta con baterías, hay que utilizar sensores cuyas interfaces electrónicas sean de muy bajo consumo, un controlador digital y un transceptor cuyos consumos en estado de baja actividad sea muy pequeño, elegir una tensión de alimentación pequeña (3 V por ejemplo) y gestionarla para que en cada momento sólo estén alimentados los elementos que deben estar necesariamente activos. La figura 2 muestra una realización preferente del aparato en la que el sensor óptico pasivo es un sensor de luz resistivo (LDR, *Light Dependent Resistor*), y su circuito de interfaz es un divisor de tensión donde el resistor  $R_s$  se elige de un valor elevado para que cuando la LDR esté iluminada, y por lo tanto su resistencia tenga un valor bajo, el consumo de corriente sea muy pequeño. Con  $R_s = 920\text{ k}\Omega$ , por ejemplo, si el microcontrolador está alimentado a 3 V, la corriente en la LDR a la luz del día es del orden de 3 microamperios. La salida del divisor de tensión está conectada a una entrada analógica (P2.0 actúa como EA) del microcontrolador y a una entrada de interrupciones externas (P2.1 actúa como EI). La tensión aplicada al divisor de tensión es la de la salida P2.2 del microcontrolador. Una LDR que cumple las condiciones necesarias es la NORPS-12 fabricada por Silonex, de Montreal (Quebec, Canadá), y un microcontrolador adecuado puede ser el MSP430F2274 fabricado por Texas Instruments, de Dallas (Texas, Estados Unidos), que tiene un convertidor analógico-digital integrado y cinco modos de funcionamiento de bajo consumo, uno de los cuales (el LPM4) tiene un consumo de sólo 0,1 microamperios.

El sensor magnético es un puente de magnetoresistores y su circuito de interfaz es un condensador C y un resistor  $R_p$ , tal como describen E. Sifuentes, O. Casas, F. Reverter y R. Pallàs Areny en Direct interface circuit to linearise resistive

- 11 -

sensor bridges, *Sensors and Actuators A*, Vol. 147 (2008), 210-215. En esta interfaz, el puente tiene un nodo de entrada y tres nodos de salida; el nodo de entrada está conectado a un puerto de salida del microcontrolador (el P1.1 en la fig. 2) y a un condensador C cuyo otro terminal está conectado a masa, mientras que 5 cada salida está conectada a una entrada distinta del microcontrolador (P2.3, P3.7 y P3.6); el proceso de medición consiste en cargar (sucesivas veces) el condensador C mediante la tensión de la salida (P1.1) del controlador, puesta a nivel alto, y descargar luego dicho condensador a través del puente de resistencias, utilizando cada vez un camino distinto, que queda determinado configurando dos 10 puertos diferentes del microcontrolador como entradas en estado de alta impedancia y el tercer puerto como salida con nivel 0. Un sensor magnético adecuado es el AAH002 de NVE Corporation de Eden Prairie (Minnesota, Estados Unidos). Eligiendo C de 1 microfaradio y Rp de  $120\ \Omega$ , se obtienen tiempos de medida del orden de milisegundos, que son suficientes para detectar vehículos 15 estacionados o que se muevan lentamente.

En esta realización preferente, el transceptor es inalámbrico, por lo cual está conectado a una antena. Un transceptor que tiene un estado de espera de bajo consumo (1 microamperio) es el ETRX2 de Telegesis, de High Wycombe (Bucks HP10 9QQ, Reino Unido). La fuente de alimentación consta de una pila y de un 20 regulador de tensión de 3 V. Un regulador de tensión de bajo consumo y salida de 3 V es el TS9011 de Taiwan Semiconductor Company. Una pila adecuada puede ser la TL-5135 de Tadiran Batteries, de Kiryat Ekron (Israel), u otra de alta capacidad y pequeño volumen.

Para obtener una buena detección de presencia o ausencia de un vehículo en 25 una zona concreta, hay que conocer por una parte el nivel de iluminación en el suelo, en la posición del sensor, cuando hay un vehículo encima suyo y para distintas condiciones de iluminación del entorno: luz natural o artificial, y por otra la dirección predominante del campo magnético de la Tierra en dicha zona, u otra dirección donde la componente del campo magnético sea importante, y la anomalía 30 magnética que produce un vehículo aparcado sobre el aparato. En términos generales, hacia el Ecuador predominará la componente horizontal y hacia los

- 12 -

Polos predominará la componente vertical, y para una latitud de 45°, ambas componentes serán similares.

La fig. 3 presenta los resultados de dos experimentos sobre el cambio en la iluminación que recibe el sensor óptico dispuesto en el suelo, al aire libre y en un 5 día claro (27 de febrero de 2009, 12.30 h), cuando había un vehículo sobre él. En uno de los experimentos el sensor óptico estaba al descubierto y en el otro estaba protegido con una cubierta de plástico transparente, que serán la condición de utilización normal. En ambos experimentos, la iluminación se reduce en un factor 10 del orden de 1000, con lo cual la detección es segura. La presencia de una cubierta protectora reduce la iluminación sólo en un factor del orden de 5, con lo cual el ensuciamiento de la cubierta no provocará necesariamente un fallo. Pero nunca hay garantía de que la reducción de la iluminación haya sido causada por un vehículo, y de ahí el interés de medir la anomalía magnética.

La fig. 4 muestra dos experimentos durante la noche, en la misma zona que 15 los experimentos de la fig. 3, que estaba iluminada artificialmente según la práctica común en aparcamientos al aire libre, y que estaba alejada de la luminaria. El nivel de iluminación en ausencia de vehículo sobre el sensor es muy bajo, por lo que puede convenir que el valor de iluminación mínimo  $E_{min}$  a partir del cual se active el sensor magnético se vaya adaptando a la iluminación ambiente, medida por 20 ejemplo a través del convertidor analógico-digital del microcontrolador. Pero, en cualquier caso, el experimento muestra que cuando hay un vehículo la iluminación se sigue reduciendo mucho, por un factor del orden de 40. No obstante, incluso la sombra de una persona que pasa cerca del sensor puede reducir la iluminación tanto como lo hace un vehículo, según muestran los cambios transitorios breves 25 indicados con "B" en la fig. 4, y de aquí el interés de la detección de la anomalía magnética.

La fig. 5 muestra tres experimentos en los que se ha medido la anomalía magnética en la dirección vertical (en Castelldefels, Barcelona, España) mediante el sensor magnético de la fig. 2 dispuesto en el centro de la zona controlada, cuando 30 un vehículo de dos ejes entraba en la zona, permanecía en ella unos 10 segundos y la abandonaba. Cada experimento se realizó con un vehículo distinto. Se observa

- 13 -

que la anomalía magnética es distinta para cada modelo de vehículo, pero el patrón del cambio es similar: hay dos picos grandes que corresponden a los dos ejes (y al motor, que estará sobre uno de ellos) y un cambio menor que corresponde a la zona central del vehículo. Además, se aprecia que el patrón de variación es distinto

5 al que se obtiene con sensores magnéticos alejados del vehículo, que tal como muestran por ejemplo Moon Ho Kang et. en *Experimental study of a vehicle detector with an AMR sensor, Sensors and Actuators A*, 118 (2005), pp. 278-284, consiste en una sola transición, unipolar o bipolar según la dirección en la que se mida la anomalía magnética. La ubicación del sensor magnético en el suelo de la

10 zona que se desea controlar permite, pues, apreciar más detalles de la anomalía magnética que un sensor magnético más alejado. El resultado de estos experimentos permite seleccionar un valor de anomalía  $B_v = 5$  microteslas para poder detectar siempre un vehículo. No obstante, un objeto ferromagnético mucho más pequeño pero mucho más próximo al sensor, puede producir también una

15 anomalía magnética de valor similar. De ahí el interés adicional de mantener siempre activado el sensor de iluminación, porque un objeto pequeño cercano al sensor sólo reducirá la iluminación cuando esté justo encima del detector. Por otra parte, dado que la anomalía magnética de un vehículo raramente excederá de 50 microteslas, se puede programar el microcontrolador para que ante tal eventualidad

20 no considere que haya vehículo presente alguno.

## SUMARIO

En esta Patente de Invención se describen un método y un aparato para detectar vehículos mediante un sensor de iluminación y un sensor magnético instalados en el suelo de la zona donde se desea conocer la presencia o ausencia

25 de un vehículo, y conectados a un controlador digital. Cuando el sensor de iluminación detecta que hay sombra, se activa un sensor magnetoresistivo que mide el campo magnético, y si su variación respecto a cuando no hay vehículo supera un cierto umbral predefinido, el controlador considera que hay un vehículo sobre el detector y lo comunica mediante un transceptor, que puede ser inalámbrico. Si la variación de campo magnético no supera el umbral predefinido,

30 se considera que la causa de la sombra no es un vehículo y el sensor magnético mide periódicamente hasta que o bien se detecte una variación suficientemente

- 14 -

grande, o bien aumente la iluminación. Si la iluminación es alta y la variación del campo magnético supera el umbral predefinido, se da una señal de alarma. Los dos sensores sólo están conectados al controlador, no a ninguna fuente de alimentación, y sus conexiones son mediante circuitos de interfaz que no incluyen 5 ningún componente activo, lo cual reduce la corriente consumida cuando los sensores están activados. El sensor de iluminación está en un circuito de alta impedancia que drena menos de 3 microamperios, con lo cual puede estar activado continuamente sin afectar apenas al consumo del detector.

Una vez descrita suficientemente la invención, así como una realización 10 preferente, sólo debe añadirse que es posible modificar su constitución y los materiales empleados sin apartarse de su alcance, definido en las siguientes reivindicaciones.

## REIVINDICACIONES

1. Un método para la detección continua de la presencia de un vehículo estático en una zona predeterminada **caracterizado porque** se realiza desde el suelo y utiliza un doble principio de medida basado en un sensor de iluminación y en un sensor de campo magnético.  
5
2. Un método para la detección continua de la presencia de un vehículo estático en una zona predeterminada según la reivindicación 1 **caracterizado porque cuando** el sensor de iluminación detecta un posible vehículo, despierta a un controlador digital de su estado de bajo consumo, y éste activa al sensor de campo magnético para que confirme la presencia de un vehículo a partir de la cuantificación de la anomalía magnética en una dirección en la cual el campo magnético de la Tierra sea grande, de acuerdo con la latitud de la zona donde se use.  
10
3. Un aparato para la detección continua de la presencia de un vehículo estático en una zona predeterminada según las reivindicaciones 1 y 2 **caracterizado porque** el sensor de iluminación es resistivo (*Light-Dependent Resistor, LDR*) y el sensor de campo magnético es un puente de magnetoresistencias.  
15
4. Un aparato para la detección continua de la presencia de un vehículo estático en una zona predeterminada según las reivindicaciones 1, 2 y 3 **caracterizado porque** el circuito de interfaz para el sensor LDR es un divisor de tensión alimentado desde una salida del controlador digital, a la vez que la salida de dicho divisor de tensión se conecta directa y simultáneamente a una entrada de interrupciones externas y a la entrada de un convertidor analógico-digital del mismo controlador.  
20
5. Un aparato para la detección continua de la presencia de un vehículo estático en una zona predeterminada según las reivindicaciones 1, 2 y 3 **caracterizado porque** el sensor de campo magnético se conecta directamente a puertos digitales de entrada y salida del controlador digital,  
25

- 16 -

sin que ningún componente electrónico activo medie entre el sensor y el controlador.

6. Un aparato para la detección continua de la presencia de un vehículo estático en una zona predeterminada según las reivindicaciones 1, 2 y 3
- 5 **caracterizado porque** para reducir el consumo de energía, los modos de funcionamiento y la frecuencia del reloj del controlador digital cambian de forma dinámica en función de las señales obtenidas con los dos sensores del aparato, que están alimentados por el propio controlador.

1/4

Figura 1

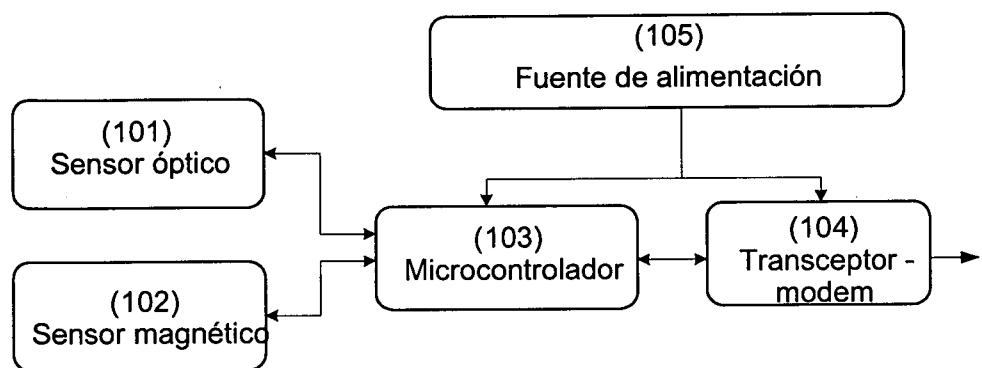


Figura 2

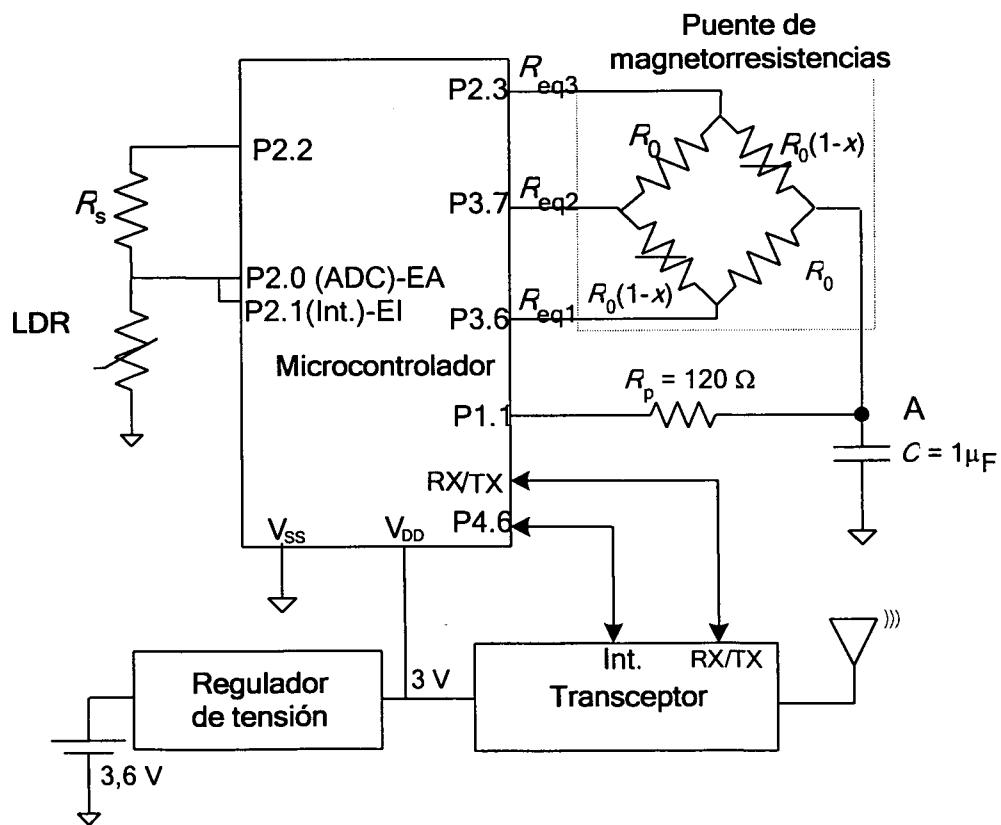


Figura 3

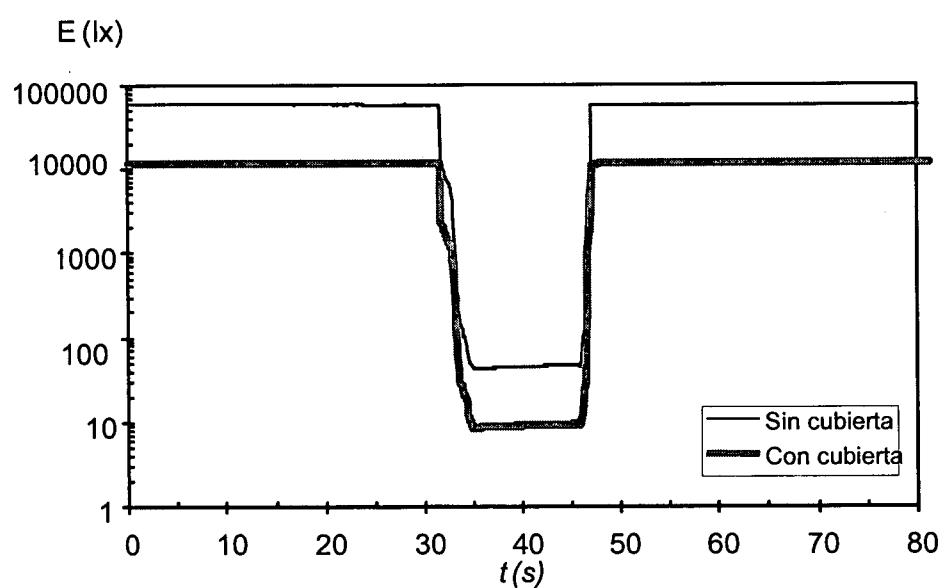
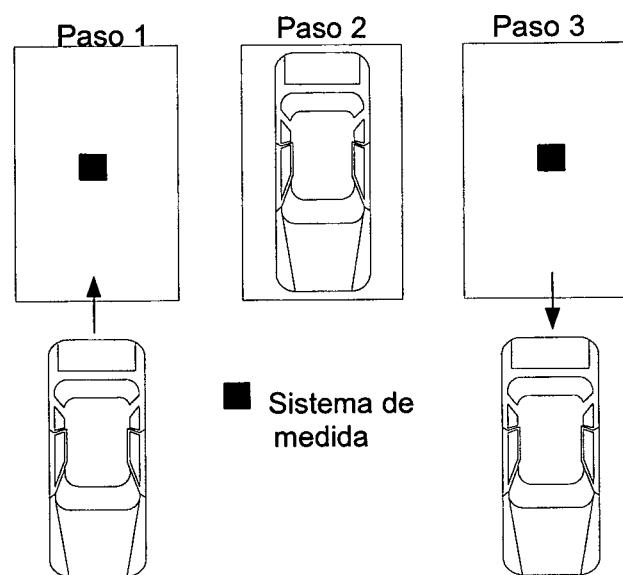
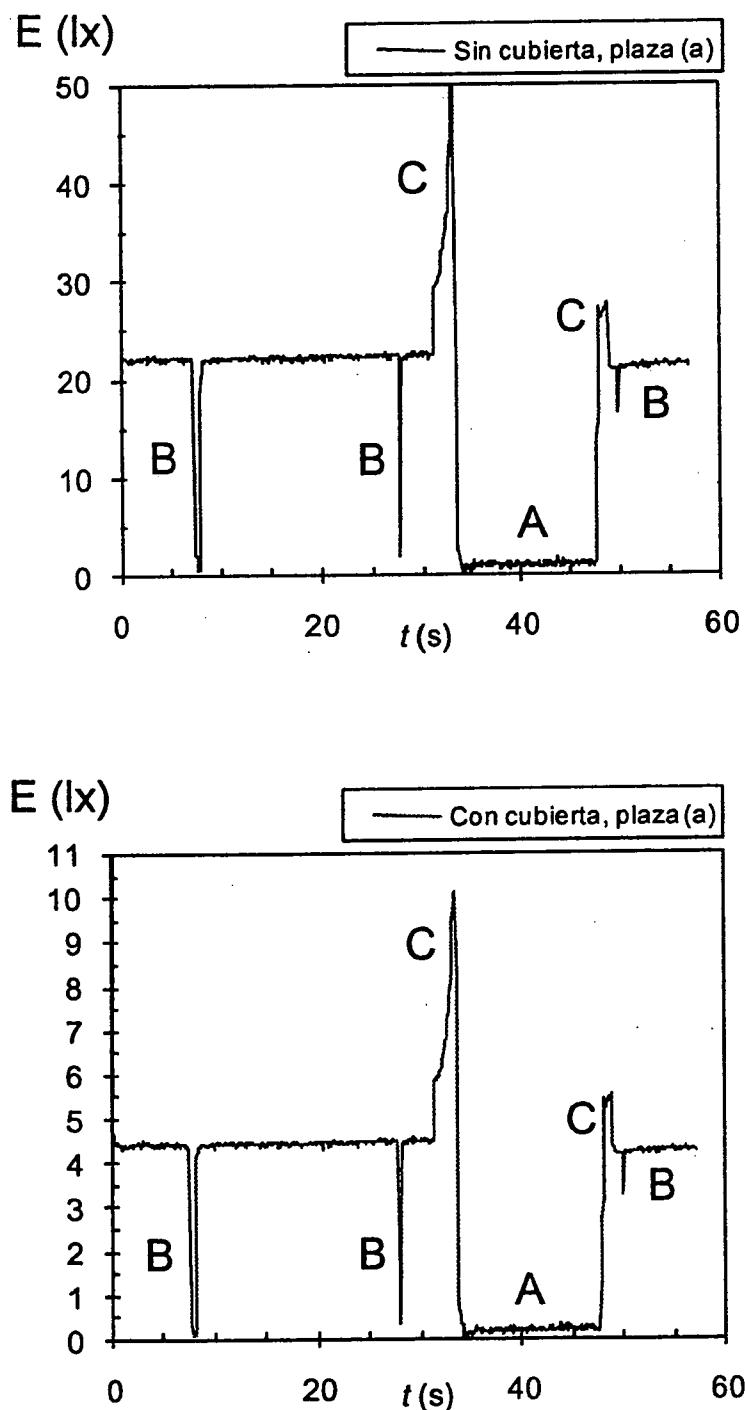
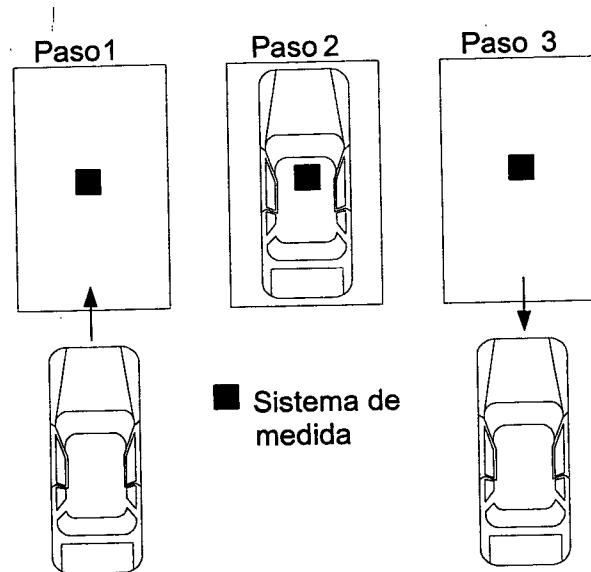
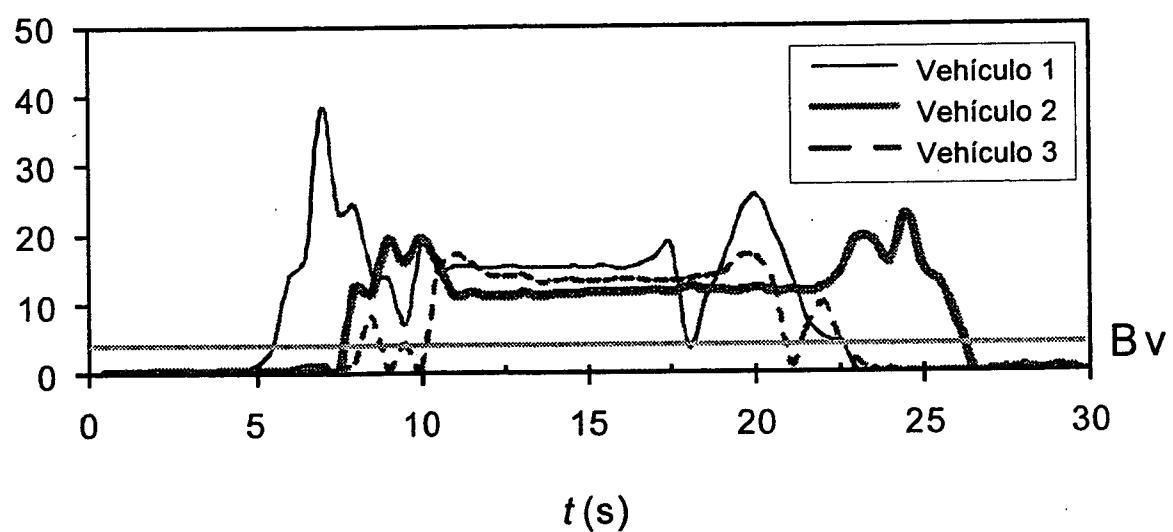


Figura 4



(A) Sombra del vehículo. (B) Sombra de una persona. (C) Luz del vehículo

Figura 5

 $\Delta B_z$  (uT)

# INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional N°

PCT/ES2010/000364

## A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

INV. G01V11/00 G08G1/017

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

## B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

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

G01V G08G

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

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

## C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones N°
X	WO 2006/063079 A2 (METERTEK LLC [US]; DUGAN WILLIAM P [US]; DEE MARK R [CA]; HURZOOK FEIS) 15 Junio 2006 (2006-06-15) parrafo [0022] – parrafo [0025]; Figura 1 parrafo [0028] – parrafo [0033] parrafo [0045] -----	1-5
X	CA 2 363 915 A1 (J J MACKAY CANADA LTD [CA]) 27 Mayo 2003 (2003-05-27) pagina 7, linea 5 –pagina 8, linea 29 -----	1-6
X	US 5 777 951 A (MITSCHELE FREDERICK L [CA] ET AL) 7 Julio 1998 (1998-07-07) columna 2, linea 58 – columna 3, linea 45 -----	1-6

En la continuación del Recuadro C se relacionan otros documentos  Los documentos de familias de patentes se indican en el Anexo

- \* Categorías especiales de documentos citados:
- “A” documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.
  - “E” solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.
  - “L” documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).
  - “O” documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.
  - “P” documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.
- “T” documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.
- “X” documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.
- “Y” documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.
- “&” documento que forma parte de la misma familia de patentes.

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional <b>21 Diciembre 2010</b>	Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional <b>29/12/2010</b>
Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional	Funcionario autorizado
Nº de fax	Nº de teléfono

# INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Información relativa a miembros de familias de patentes

Solicitud internacional N°  
**PCT/ES2010/000364**

Patent document cited in search report	Publication date		Patent family member(s)		Publication date
WO 2006063079	A2	15-06-2006	AU 2005314075 A1 CA 2589932 A1 CN 101218601 A EP 1839268 A2		15-06-2006 15-06-2006 09-07-2008 03-10-2007
CA 2363915	A1	27-05-2003	US 2003169183 A1		11-09-2003
US 5777951	A	07-07-1998	CA 2195518 A1		20-07-1997

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

**International application No.**

PCT/ES2010/000364

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. G01V11/00 G08G1/017  
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

#### B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
**G01V G08G**

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

#### C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>WO 2006/063079 A2 (METERTEK LLC [US];  DUGAN WILLIAM P [US]; DEE MARK R [CA];  HURZOOK FEIS) 15 June 2006 (2006-06-15)  paragraph [0022] – paragraph [0025];  figure 1  paragraph [0028] – paragraph [0033]  paragraph [0045]</p> <p>-----</p>	1-5
X	<p>CA 2 363 915 A1 (J J MACKAY CANADA LTD  [CA]) 27 May 2003 (2003-05-27)  page 7, line 5 – page 8, line 29</p> <p>-----</p>	1-6
X	<p>US 5 777 951 A (MITSCHELE FREDERICK L [CA]  ET AL) 7 July 1998 (1998-07-07)  column 2, line 58 – column 3, line 45</p> <p>-----</p>	1-6

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- A** document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
  - E** earlier document but published on or after the international filing date
  - L** document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
  - O** document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
  - P** document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- T**\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
  - X**\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
  - Y**\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
  - &**\* document member of the same patent family

**Date of the actual completion of the international search**

**Date of mailing of the international search report**

21 December 2010

29/12/2010

Name and mailing address of the ISA/  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax. (+31-70) 340-3016

**Authorized officer**

Thomas, Judith

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/ES2010/000364

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)			Publication date
WO 2006063079	A2	15-06-2006	AU	2005314075 A1	15-06-2006
			CA	2589932 A1	15-06-2006
			CN	101218601 A	09-07-2008
			EP	1839268 A2	03-10-2007
CA 2363915	A1	27-05-2003	US	2003169183 A1	11-09-2003
US 5777951	A	07-07-1998	CA	2195518 A1	20-07-1997