



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 299 354**

⑫ Número de solicitud: 200601635

⑤① Int. Cl.:  
**G08G 1/042** (2006.01)  
**G01R 33/09** (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑫② Fecha de presentación: **16.06.2006**

⑫③ Fecha de publicación de la solicitud: **16.05.2008**

⑫③ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:  
**16.05.2008**

⑦① Solicitante/s: **APIA XXI, S.A.**  
**c/ Luis Martínez, 21**  
**39005 Santander, Cantabria, ES**

⑦② Inventor/es: **Cobo García, Adolfo;**  
**Echevarría Cuenca, Juan;**  
**López Higuera, José Miguel y**  
**Lomer Barboza, Mauro**

⑦④ Agente: **Temiño Cenicerros, Ignacio**

⑤④ Título: **Dispositivo para la detección automática de tráfico rodado.**

⑤⑦ Resumen:

Dispositivo para la detección automática de tráfico rodado.

A partir de una carcasa (1) de reducidas dimensiones, sensiblemente aplanada, estanca, dotada de medios anclaje a la calzada, en la misma se establece un microcontrolador (3) con un determinado firmware, al que están asociados cuatro bloques que se corresponden con cuatro transductores magnéticos magnetoresistivos monolíticos de bajo ruido (4), (5-6), para detectar la presencia de vehículos, almacenar su huella magnética y posteriormente calcular con ella su velocidad y longitud, incluyendo un reloj (13) para establecer la hora exacta de detección de cada vehículo. Los datos recogidos se almacenan en una tarjeta de memoria (17), pudiéndose transmitir dicha información a través de un módulo de transmisión de datos por radiofrecuencias (15) a un dispositivo externo (21), tal como una agenda electrónica o similar para su posterior análisis. El dispositivo se alimenta eléctricamente indistintamente a través de una batería (8) y un panel o célula solar (9).

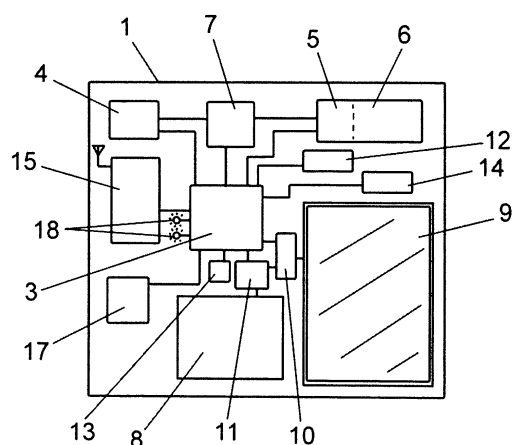


FIG. 2

ES 2 299 354 A1

## DESCRIPCIÓN

Dispositivo para la detección automática de tráfico rodado.

### 5 Objeto de la invención

La presente invención se refiere a un dispositivo que ha sido especialmente concebido para detectar de forma automática el tránsito de vehículos sobre una calzada.

10 El objeto de la invención es proporcionar un dispositivo de reducidas dimensiones, con un coste asimismo reducido que, de forma unitaria o junto con otros dispositivos de iguales características dispuestos sobre los distintos carriles de la calzada, permitan realizar estudios estadísticos de tráfico, de forma totalmente automática, con un alto grado de fiabilidad, pudiendo incluir en la información recogida además del número de vehículos que pasan por dicho carril, la velocidad, tamaño y momento preciso de paso de cada vehículo. Además, para cada vehículo, se toma y  
15 almacena un conjunto de medidas que caracterizan dicho vehículo, lo que se puede denominar “huella” magnética. Esta característica permite al sistema identificar el vehículo en un grado mayor que el que tienen los sistemas actuales potenciando la capacidad de análisis posterior.

### Antecedentes de la invención

20 A la hora de realizar estudios de tráfico, son conocidos sensores o aforadores de tráfico que incorporan unos tubos dispuestos transversalmente sobre la calzada, que merced a un sistema neumático o hidráulico dispuesto sobre el lateral de la calzada permiten controlar de forma electrónica el número de vehículos que pasan sobre dicho puesto de control.

25 El problema que presentan este tipo de dispositivos es que no son excesivamente fiables, precisan de un alto grado de mantenimiento, y al estar dispuestos en los laterales de la calzada están expuestos a actos vandálicos.

30 Asimismo son conocidos aforadores de tráfico basados en sensores ópticos enfrentados a ambos lados de la calzada, que si bien son más fiables que los anteriormente descritos, presentan el mismo problema en lo que a actos vandálicos se refiere, mientras que su fiabilidad a largo plazo se reduce drásticamente debido a la suciedad que se acumula en dichos sensores, así como a los efectos meteorológicos.

35 Por último son conocidos aforadores de tráfico que basan su funcionamiento en la incorporación de un sensor magnético, dispuesto sobre la calzada, en los diferentes carriles de la misma y centrados sobre los mismos, que gracias a la distorsión sobre el campo magnético terrestre introducida por el paso de los vehículos sobre ellos, y a su circuitería interna, son capaces de contar el tráfico pasante.

40 Sin embargo, éstos dispositivos presentan como problema fundamental un alto coste, una reducida autonomía, así como que únicamente son capaces de registrar el número de vehículos que pasan sobre los mismos, no permitiendo registrar la velocidad de dichos vehículos o el tipo de vehículo de que se trata (ligero, pesado, etc) con suficiente precisión.

45 Otro problema que presentan este tipo de dispositivos es que la información alojada en los mismos debe ser descargada mediante conexiones al dispositivo portátil del encargado de realizar el estudio mediante cable, con los problemas e inconvenientes que ello supone, ya que como anteriormente se ha dicho estos dispositivos están instalados en vías por las que transitan vehículos y es necesario desmontarlos de su ubicación en la calzada.

### Descripción de la invención

50 El dispositivo para la detección automática de tráfico que la invención propone resuelve de forma plenamente satisfactoria la problemática anteriormente expuesta en los distintos aspectos comentados, ofreciendo una alta eficiencia, fiabilidad y precisión en los aforos de tráfico, con un reducido coste y una alta autonomía.

55 Para ello el dispositivo que se preconiza está integrado en una carcasa considerablemente aplanada, de reducidas dimensiones y dotada de medios para ser anclada con fiabilidad a la calzada, evitando así posibles actos vandálicos, carcasa de un material suficientemente robusto como para permitir el paso de las ruedas de vehículos sobre la misma sin que ello afecte a los componentes integrados en la misma, y con unas condiciones de estanqueidad óptimas que impidan la entrada de agua y suciedad a la misma.

60 En el interior de dicha carcasa se dispone un microcontrolador asociado a una serie de transductores magnéticos magnetoresistivos monolíticos de bajo ruido asociados a un circuito de medida del campo magnético terrestre basado en amplificadores de instrumentación de bajo ruido, controlada digitalmente de forma dinámica para minimizar su consumo.

65 Dicho microcontrolador está alimentado por una batería, preferentemente de polímero de litio con protección activa y circuitería de control de carga rápida y estimación inteligente de la capacidad restante.

De acuerdo con otra de las características de la invención el microcontrolador está asociado a un reloj para establecer la hora exacta para cada vehículo detectado por el mismo.

Así pues, mediante la inclusión de dos transductores magnéticos dispuestos para detectar el movimiento de vehículos sobre el plano horizontal de la calzada, según los correspondientes ejes XY de coordenadas cartesianas, el dispositivo es capaz de registrar la dirección transversal a la calzada de desplazamiento de los vehículos, mientras que con la inclusión de dos transductores magnéticos de detección vertical, o según el eje Z, transductores distanciados entre sí una distancia preestablecida, mediante el firmware interno del microcontrolador es posible registrar tanto la velocidad del vehículo como la longitud del mismo, datos que son guardados junto con la fecha y hora en una memoria de almacenamiento de gran capacidad.

Dicha información puede ser recogida de forma inalámbrica y sin tener que invadir la calzada por el personal encargado de controlar 61 o los dispositivos instalados en la misma gracias a un módulo de comunicaciones por radiofrecuencias asociado al microcontrolador, de manera que dicho encargado puede establecer comunicaciones a distancia con el dispositivo a través de un elemento externo tal como una agenda electrónica, ordenador portátil o similar dotado del correspondiente puerto de comunicaciones por radiofrecuencias y el complementario software de comunicación, archivando los datos guardados en la citada memoria para su posterior análisis.

De acuerdo con otra de las características de la invención, y para una mayor autonomía del dispositivo, se ha previsto que éste incorpore una placa solar fotovoltaica que permita tanto la alimentación del dispositivo como la recarga de la batería.

Se consigue de esta forma un dispositivo de gran precisión, con capacidad para contabilizar y registrar de forma permanente un elevado número de vehículos, estimar su velocidad y longitud, el instante de paso de cada uno de ellos, así como la cualidad especial de registrar la huella magnética del mismo para su análisis posterior.

### Descripción de los dibujos

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica del mismo, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La figura 1.- Muestra una representación esquemática en perspectiva de una serie de dispositivos para la detección automática de tráfico dispuestos sobre los diferentes carriles de la calzada, dispositivos realizados de acuerdo con el objeto de la invención.

La figura 2.- Muestra un diagrama de bloques esquemático de la arquitectura interna de dicho dispositivo.

### Realización preferente de la invención

A la vista de las figuras reseñadas, y en especial de la figura 1, puede observarse como el dispositivo para la detección automática de tráfico incorpora una carcasa (1), sensiblemente aplanada, de reducidas dimensiones, con un espesor de aproximadamente 12 milímetros, y que se fija al carril (2) de la vía o calzada sobre la que se quiere controlar el tránsito de vehículos mediante un sistema de anclaje basado en tornillos específicos, preferentemente con cabeza torx®, que dificultan su robo y desprendimiento fortuito, a la vez que facilitan su instalación, si bien dicha carcasa podría empotrarse en el asfalto para que su geometría no afectase al tránsito de los vehículos.

Dicha carcasa (1) será de un material suficientemente robusto como para permitir el paso de los vehículos sobre la misma, y con un grado de estanqueidad que impida la entrada de agua y suciedad al interior de la misma.

En el interior de la carcasa (1) se establece un microcontrolador (3) al que están asociados cuatro bloques que se corresponden con cuatro transductores magnéticos magnetoresistivos monolíticos de bajo ruido para detectar la presencia de vehículos según dos ejes X e Y del plano horizontal de la calzada y dos ejes perpendiculares a la misma Z1 y Z2, más la electrónica analógica para amplificar la señal y corregir el offset debido a las variaciones naturales del campo magnético. Los cuatro canales son idénticos, de manera que sólo cambia el tipo y colocación del transductor magnético, en esta realización: 2 HMC1041Z (4) y (5) son los transductores Z1 y Z2, mientras que los ejes X e Y están integrados en un transductor magnético doble (6) HMC1052.

El control de offset y ganancia lo realiza el microcontrolador (3) digitalmente mediante un potenciómetro digital MCP42100 en esta realización. El amplificador, de nuevo en esta realización, está construido alrededor de un INA332 (opamp de instrumentación).

Dichos transductores magnéticos (4), (5) y (6) y el microcontrolador (3) están relacionados con un bloque de "set/reset" (7) de los transductores, construido con transistores MOSFET, que genera un pico de alta corriente necesario para producir la reorientación de los dominios magnéticos de la tira magnetoresistiva interna que tienen estos dispositivos. Esto se hace periódicamente cuando se detecta que es necesario por software. Todo el bloque analógico de medida se puede desconectar totalmente mediante unos MOSFET tipo P y N, de forma que se enciende por

## ES 2 299 354 A1

el microcontrolador (3) unos microsegundos antes de muestrear, y luego se apaga. Esto se hace para minimizar el consumo.

El sistema se alimenta conjuntamente mediante una batería (8) y un panel o célula solar (9) asociado a un medidor de tensión (10) encargado de medir la tensión de la célula solar (9) y la iluminación mediante una LDR (resistor dependiente de la iluminación).

La batería (8), de polímero de litio está asociada a un circuito cargador de la misma (11), que en el ejemplo de realización práctica se materializa en un chip MAX1501.

Se ha previsto la inclusión de un sensor de humedad (12) conectado directamente al microcontrolador (3) a fin de detectar la entrada de agua en el compartimiento del dispositivo, lo cual implicaría que probablemente se deteriore y debe desinstalarse de la calzada y llevarse a reparar.

El citado microcontrolador (3) está asociado igualmente a un reloj (13), materializado en un chip DS1390 que mantiene la hora exacta gracias a un cristal de cuarzo de 32 KHz.

Opcionalmente se ha previsto la inclusión de un transductor (14) de posición del dispositivo. Cuando este transductor (14) detecta que el sensor (1) está en posición vertical el dispositivo se apaga y cuando vuelve a la posición horizontal se enciende automáticamente. Esto permite mantener apagado y sin efectuar consumo al sensor cuando el sensor está almacenado (en posición vertical) y no está realizando su función en la calzada.

La estructura anteriormente descrita se complementa con un módulo de comunicaciones por radiofrecuencia (15), en este ejemplo implementado con tecnología Bluetooth, con la correspondiente antena y un MOSFET para controlar su encendido, así como una tarjeta (17) de almacenamiento de los datos registrados por el dispositivo, tipo RS-MCC de gran capacidad.

Asimismo, el microcontrolador (3) incorporará un conector específico asociado a la tecnología de este dispositivo, no representado en las figuras, para facilitar la depuración del funcionamiento de su firmware interno, así como una serie de diodos emisores de luz (LED) (18) que controlados por software y que parpadean para indicar el funcionamiento del dispositivo.

El citado microcontrolador (3) incorporará un firmware interno que implementa varias tareas en paralelo, de manera que:

Una primera tarea reinicia y ajusta el offset de los canales magnéticos al comienzo de la puesta en marcha del sensor, y no vuelve a hacerse hasta que se detecte que hay una perturbación magnética continua lo suficientemente elevada como para que los transductores magnéticos queden descentrados de su posición óptima de medida.

Otra tarea muestrea a 400 Hz y comprueba que la señal del transductor magnético (4) correspondiente al eje Z1 está en el valor de reposo, dentro de una pequeña ventana de valores. Si la señal cambia y se sale de esta ventana, se considera el principio del paso de un vehículo. En este momento el sensor comienza a almacenar la señal proveniente de todos los transductores magnéticos en una memoria intermedia temporal hasta que se deja de detectar la perturbación magnética. La velocidad se puede estimar por la diferencia entre el momento en el que el transductor magnético (4) correspondiente a la dirección Z1 ha detectado la entrada de un vehículo y el transductor magnético (5) correspondiente a la dirección Z2 deja de detectar la perturbación magnética producida por el vehículo.

Cuando se detecta que se termina la perturbación, se da por pasado el vehículo, se analiza la señal para descartar picos, ruido y perturbaciones que no se consideran vehículos, y se vuelve al estado de esperar el paso de un nuevo vehículo. Se incluye también dentro de esta detección de final de paso de vehículo un margen para pequeñas variaciones de la señal para evitar falsos saltos entre estados debido al ruido en la medición.

Los dos transductores (4) Z1 y (5) Z2 están separados una distancia fija y conocida. Esta distancia se combina con el desfase entre los tiempos de detección en dichos transductores para obtener la velocidad de paso. La longitud del vehículo se calcula a partir del tiempo total durante el que se ha detectado la perturbación magnética y la velocidad que se ha calculado anteriormente. Sin embargo, los valores proporcionados por este procedimiento no son realmente muy exactos por lo que no se utilizan para producir los resultados finales. La forma real de hacer el cálculo de la velocidad es *a posteriori* una vez descargados los datos en el PC. La metodología usada para esta operación es sobremuestrear la señal y una vez hecho esto, realizar una correlación cruzada entre las señales obtenidas a partir de los transductores Z1 y Z2. De este proceso se obtiene el desfase temporal entre ambas señales y combinándola con la distancia entre ambos se obtiene la velocidad y a partir de ella se obtiene la longitud del vehículo. Estas operaciones que se han descrito en el presente párrafo, se realizan actualmente en un PC después de haber descargado en él los datos. Esto es debido a que el microcontrolador utilizado en esta realización no tiene la suficiente potencia de procesamiento. Sin embargo, cuando se disponga a nivel comercial de un microcontrolador con la potencia adecuada se podrá realizar esta función dentro del propio sensor.

La utilización de los transductores (6) correspondientes a los ejes X e Y se emplea como elementos redundantes de medida debido a que empieza a ser cada vez más habitual la existencia de vehículos que incluyen zonas no magnéticas

en su estructura y que pueden producir errores en la estimación del paso del vehículo por encima del sensor. Con estos sensores se hace un barrido más exhaustivo de la estructura del vehículo. Esta información resulta útil en la etapa de procesamiento posterior de los datos obtenidos porque permite detectar movimientos transversales de los vehículos durante el paso sobre el sensor y por tanto contribuyen a una mejora en la estimación de la longitud y velocidad del

Cuando la memoria intermedia temporal está llena (tiene la suficiente capacidad para almacenar los datos de varios vehículos), se pasa todo el contenido a un sector nuevo de la tarjeta de memoria (17) RS-MMC, todo ello en paralelo con la operación de detección de paso de vehículos.

Por otro lado, una tareas de fondo atiende cualquier petición del módulo bluetooth (15) y manda los datos a la PDA o dispositivo externo (21), siempre que existan recursos de procesamiento, con el objeto de no interrumpir en ningún momento las operaciones propias de aforo.

Así pues, a la hora de obtener los datos registrados por el dispositivo referentes al tránsito de vehículos (19), el personal (20) encargado del volcado de dicha información establecerá comunicación de forma inalámbrica a través de un elemento externo tal como una agenda electrónica (21), o similar dotado del correspondiente puerto de comunicaciones por radiofrecuencias y el complementario software de comunicación, archivando los datos guardados en la citada memoria para su posterior análisis en un ordenador (22) y emisión del correspondiente informe (23).

El reloj interno de todos los sensores (1) que se instalan en la calzada son sincronizados utilizando el elemento externo (21) al comienzo de la campaña de medidas y en el momento en que el operador (20) lo estime oportuno. Una vez descargados todos los datos en el PC y conocida la posición de cada uno de los sensores en los carriles de la calzada (2), los datos provenientes de los transductores X e Y (6) se pueden utilizar para detectar vehículos que cambian de carril durante su paso sobre los sensores (1). Esto se consigue realizando la operación de correlación cruzada entre las señales provenientes de transductores X e Y (6) pertenecientes a diferentes sensores (1) y detectando la similitud de la huella magnética de los vehículos. Esta operación permite detectar el paso de un único vehículo cuando en otros diseño menos avanzados se detectarían como dos vehículos (uno en cada sensor).

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo para la detección automática de tráfico rodado, que siendo del tipo de los utilizados para realizar estudios estadísticos de tráfico mediante la detección de la distorsión magnética inducida por el paso de los vehículos sobre el campo magnético terrestre, **caracterizado** porque está constituido a partir de una carcasa (1) de reducidas dimensiones, sensiblemente aplanada, estanca, dotada de medios anclaje al carril correspondiente de la calzada en el que está destinado a instalarse, en cuyo seno se establece un microcontrolador (3), al que están asociados cuatro bloques que se corresponden con cuatro transductores magnéticos magnetoresistivos monolíticos de bajo ruido (4), (5-6), para detectar la presencia de vehículos según dos ejes X e Y de sistema de coordenadas cartesianas correspondientes al plano horizontal de la calzada, que permiten caracterizar el movimiento del vehículo en el sentido transversal a la calzada, lo cual aumenta la precisión en la obtención posterior de su longitud y velocidad, y dos ejes perpendiculares a la misma Z1 y Z2 separados una distancia preestablecida, incorporando dicho microcontrolador (3) un reloj (13) para establecer la hora exacta de detección de cada vehículo, incorporando asimismo un firmware interno que a través de los sensores (4), (5-6) es capaz de registrar el paso de vehículos a través del almacenamiento de su huella magnética en una tarjeta de memoria (17), pudiéndose transmitir dicha información almacenada en la tarjeta a través de un módulo de transmisión de datos por radiofrecuencias (15) a un dispositivo externo (21), tal como una agenda electrónica o similar para su posterior análisis, habiéndose previsto que el dispositivo se alimente eléctricamente indistintamente a través de una batería (8) y un panel o célula solar (9).
- 20 2. Dispositivo para la detección automática de tráfico rodado, según reivindicación 1ª, **caracterizado** porque al citado microcontrolador (3) está asociado un sensor de humedad (12) que permite detectar fallos de estanqueidad en el sensor (1).
- 25 3. Dispositivo para la detección automática de tráfico rodado, según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el microcontrolador (3) incorpora un conector ICD para depuración del mismo, así como una serie de diodos LED (18) para indicar el estado de funcionamiento del dispositivo.
- 30 4. Dispositivo para la detección automática de tráfico rodado, según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la batería (8), está asociada a un circuito cargador de la misma (11), mientras que el panel solar (9) incorpora un medidor de tensión (10) a la salida del mismo.
- 35 5. Dispositivo para la detección automática de tráfico rodado, según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque a los transductores magnéticos (4), (5-6) se les asocia una electrónica analógica para amplificar la señal y corregir el offset debido a las variaciones naturales del campo magnético.
- 40 6. Dispositivo para la detección automática de tráfico rodado, según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque los transductores magnéticos (4), (5-6) y el microcontrolador (3) están relacionados con un bloque de "set/reset" (7) de dichos transductores, construido con transistores MOSFET, que genera un pico de alta corriente necesario para producir la reorientación de los dominios magnéticos de la tierra magnetoresistiva.
- 45 7. Dispositivo para la detección automática de tráfico rodado, según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque al citado microcontrolador (3) está asociado un sensor de verticalidad (14) del dispositivo, en orden a mantenerlo apagado cuando está almacenado en posición vertical.
- 50 8. Dispositivo para la detección automática de tráfico rodado, según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque al citado microcontrolador (3) está asociado un reloj de tiempo real (13) que permite añadir una marca temporal a cada uno de los datos almacenados del paso de cada vehículo sobre el dispositivo y que junto con la información de otros dispositivos y su posición, permite posteriormente, con un adecuado procesamiento de las medidas de varios sensores (1), detectar vehículos que cambian de carril durante su paso sobre dichos sensores (1), lo que redundará en un aumento de fiabilidad en la detección de los vehículos.

55

60

65

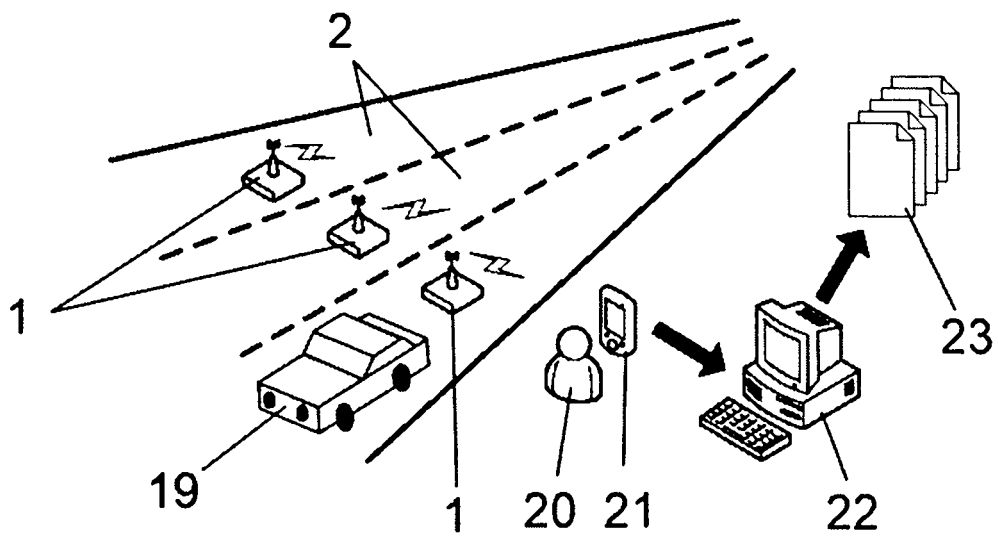


FIG. 1

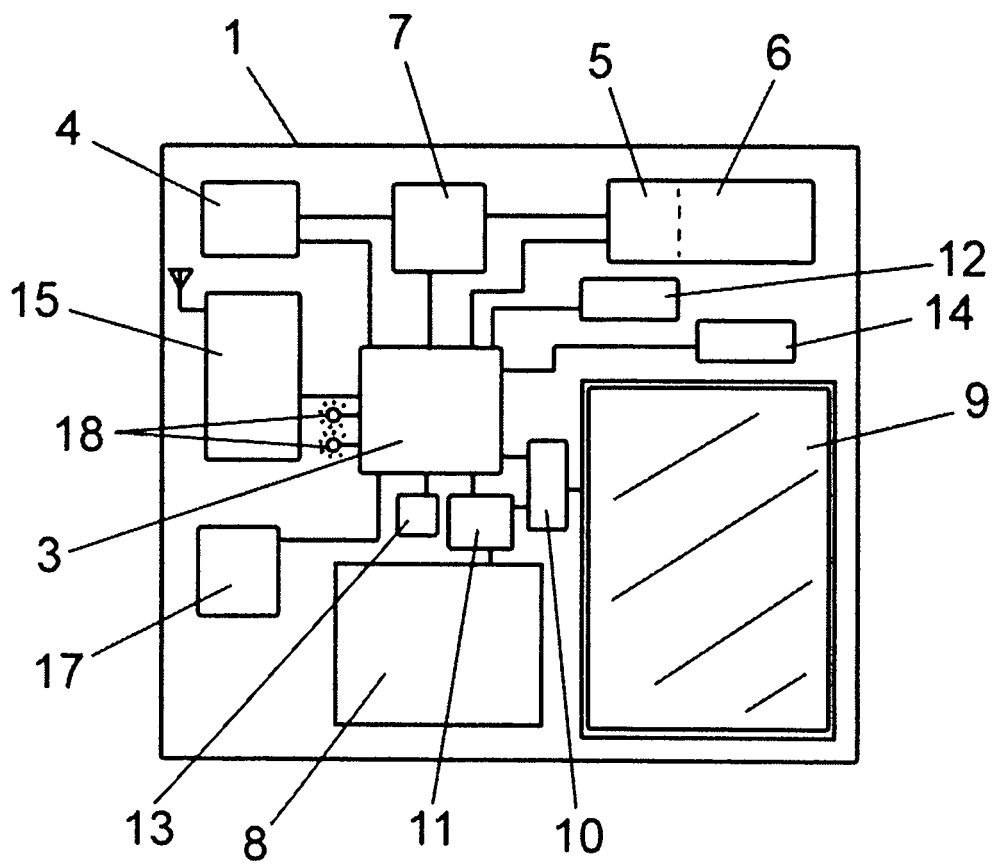


FIG. 2



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 299 354

⑫ Nº de solicitud: 200601635

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 16.06.2006

⑭ Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.: G08G 1/042 (2006.01)  
G01R 33/09 (2006.01)

### DOCUMENTOS RELEVANTES

| Categoría | Documentos citados                                                                                                                                   | Reivindicaciones afectadas |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| X         | WO 9528693 A1 (HONEYWELL INC) 26.10.1995, página 2, líneas 4-29; página 4, líneas 7-27; página 5, línea 17 - página 7, línea 6; figuras 3-4,6,11,13. | 1-8                        |
| X         | WO 03021549 A2 (HONEYWELL INT INC) 13.03.2003, página 5; página 9, líneas 12-15.                                                                     | 1-8                        |
| A         | DE 4419355 A1 (TELEFUNKEN MICROELECTRON) 07.12.1995, reivindicaciones; figuras.                                                                      | 1-8                        |
| A         | ES 2228712 T3 (ZACHMANN REINHARD; FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 16.04.2005, todo el documento.                                                           | 1-8                        |

#### 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  
29.04.2008

Examinador  
E. Pina Martínez

Página  
1/1