(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 646 412**

(21) Número de solicitud: 201600489

(51) Int. CI.:

B60R 16/02 (2006.01)
B60R 16/023 (2006.01)
B60W 50/14 (2012.01)
B60W 50/08 (2012.01)
G07C 5/08 (2006.01)

(12) PATENTE DE INVENCIÓN B1

(22) Fecha de presentación:

09.06.2016

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

13.12.2017

Fecha de concesión:

11.09.2018

(45) Fecha de publicación de la concesión:

18.09.2018

(73) Titular/es:

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (100.0%)
Pza. de Santa Cruz, 5 bajo
47002 Valladolid (Valladolid) ES

(72) Inventor/es:

MARTÍNEZ MARTINEZ, Victor;
MELÉNDEZ PASTOR, Carlos y
RUIZ GONZÁLEZ , Rubén

(54) Título: **Sistema de asistencia al conductor y métodos de adquisición y procesado de datos asociados**

(57) Resumen:
Sistema de asistencia al conductor y métodos de adquisición y procesado de datos asociados. La presente invención se refiere a un sistema y procedimientos asociados para obtener datos y almacenar, procesar y presentar al usuario de la invención información útil, relacionada con el estado del vehículo así como ofrecer servicios de aviso de emergencias y de caja negra. Cabe resaltar la modularidad del diseño de este sistema, que está compuesto por múltiples subsistemas, cada uno destinado a ofrecer la funcionalidad, o un conjunto de funcionalidades, correspondiente. La información concreta con la que trabaja el sistema propuesto es: Posicionamiento absoluto del vehículo, a través de la señal recibida del sistema GNSS, información del vehículo obtenida mediante el estándar OBDII, datos de sensores inerciales instalados en el vehículo, señales acústicas y visuales: procedentes de la cabina del vehículo para ofrecer la funcionalidad de caja negra.

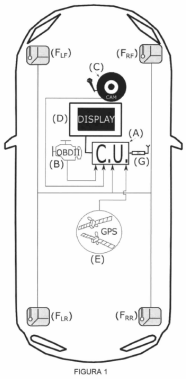

FIGURA 1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP 11/1986.

ES 2 646 412 B1

DESCRIPCIÓN

Sistema de asistencia al conductor y métodos de adquisición y procesado de datos asociados.

Campo técnico de la invención

La invención se refiere a un dispositivo para la asistencia al conductor y/o al usuario del vehículo empleando datos adquiridos de múltiples fuentes del propio vehículo, así como su método de adquisición y procesado de los mismos.

Estado de la Técnica

Los equipos de adquisición y almacenamiento de datos de vehículos más conocidos y utilizados son los tacógrafos, que son dispositivos que registran diferentes datos sobre el comportamiento del vehículo durante su conducción. Parte de su alta utilización se debe a la obligatoriedad de su uso en determinados vehículos. En España, el Ministerio de Fomento ha impuesto un tacógrafo digital que requiere de un sensor para cada variable monitorizada. Además utiliza una tarjeta inteligente que almacena el perfil del conductor pudiendo aplicar una normativa diferente según el Real Decreto 425/2005, de 15 de abril. Algunas patentes del Registro de la Propiedad Industrial de España, realizan sus mediciones a través de sensores conectados al motor del vehículo ofreciendo, a diferencia de otras patentes, una forma de instalación más sencilla, como la patente con número de publicación 2137876. Los tacógrafos son también conocidos por los documentos EP – 0 188 429 – B1 y EP – 0 191 413 – B1. Una alternativa a los mismos es la descrita en el documento FR -A- 2 635 894, que cuenta las horas de funcionamiento de un motor detectando las vibraciones generadas por el mismo. Otra alternativa, recogida en el documento DE -U- 93 16 639, detecta la velocidad de marcha de un vehículo mediante un generador de impulsos. Por último, también se ha utilizado para la medición un transductor de distancia, conectado a la caja de cambios del vehículo junto con un microprocesador para el tratamiento de la información, tal y como puede verse en la patente con número de publicación 2072189.

Uno de los problemas implicados en la fabricación de tacógrafos es diseñar un dispositivo que evite su uso fraudulento. Un fraude de este tipo consiste en que los conductores amplíen sus horas de conducción destruyendo parte de la información almacenada. Por ejemplo, un conductor puede utilizar un primer gráfico desde las 7:00 de la mañana al mediodía y luego utilizar un segundo gráfico desde el mediodía hasta las 10:00 de la noche. El conductor puede destruir entonces el primer gráfico y reivindicar que el segundo representó su día de trabajo completo. Algunas patentes

que han surgido para intentar evitar estos fraudes son las patentes presentadas en los documentos DE-A-4321642, EP-A-0676728 y ES2141521, que codifican la información del conductor en la información adquirida por el tacógrafo. Otras alternativas son las propuestas en el documento ES-2-401-592-T3, en la que se propone un tacógrafo electrónico con un diseño específico para evitar fraudes, y en el documento ES-2337972-A1, en la que se propone el uso del DNI electrónico como elemento único para identificar al conductor.

Otro problema es la disponibilidad de la información que se está adquiriendo. Por ejemplo, el documento DE 197 20 348 A1 describe un dispositivo de registro de información para determinar la culpabilidad en caso de accidentes en el que la información va alojada en el propio vehículo, mientras que el documento ES 2382994-T3 procura resolver esto mediante un sistema de comunicaciones por radio.

Además de los tacógrafos, existen más invenciones destinadas a la lectura y recogida de datos de un vehículo. Por ejemplo, el documento EP 007881 presenta un sistema que toma datos de la bomba de inyección y la caja de cambios para recomendar al conductor la mejor marcha en cada momento, las patentes FR 2 200 997, US 3 792 445 y FR 2 232 805 presentan un dispositivo que registra datos de la conducción como la velocidad, frenados, cambios de dirección, horas de uso, etc.

En vehículos aéreos como las aeronaves son conocidos también los registradores de datos de vuelo capaces de registrar parámetros de funcionamiento de la aeronave. Estos registradores no se han empleado en vehículos terrestres dado que los parámetros de funcionamiento son diferentes. Destaca en este caso el sistema que se describe en el documento US 5.594.414 para medir la distancia entre dos documentos adyacentes.

Otra posibilidad es tomar los datos del bus CAN del vehículo, como el que se describe en el documento ES-2-176-085-B1. También existen invenciones teniendo en cuenta otros datos a mayores, como lo son los datos de posicionamiento obtenidos mediante el sistema GPS. Así, el documento G08G1/052 describe un sistema para controlar la velocidad de un vehículo empleando un GPS y la información del bus CAN.

Breve descripción de la invención

Dispositivo para la asistencia al conductor/usuario de un vehículo empleando datos adquiridos de múltiples fuentes del propio vehículo.

La presente invención se refiere a un sistema y procedimientos asociados para obtener datos y almacenar, procesar y presentar al usuario de la invención información útil, relacionada con el estado del vehículo así como ofrecer servicios de aviso de emergencias y de caja negra. Cabe resaltar la modularidad del diseño de este sistema,

que está compuesto por multiples subsistemas, cada uno destinado a ofrecer la funcionalidad, o un conjunto de funcionalidades, correspondiente. La información concreta con la que trabaja el sistema propuesto es la siguiente:

(i) Posicionamiento absoluto del vehículo: obtenido a través de la señal recibida del sistema GNSS.

(ii) Información del vehículo obtenida mediante el estándar OBDII.

(iii) Datos de sensores inerciales (*Inertial Measurement Unit,* IMU) instalados en el vehículo (tacómetro de las ruedas, acelerómetros, velocímetro, etc.).

(iv) Señales acústicas (audio) y visuales (vídeo): procedentes de la cabina del vehículo para ofrecer la funcionalidad de caja negra.

Toda esta información se empleará, mediante los algoritmos pertinentes, para suministrar las diferentes funcionalidades del sistema completo, a saber:

(i) Detección de accidentes: un subsistema se encarga de procesar los datos IMU mediante el algoritmo descrito en Figura 3.

(ii) Mejora de la precisión y disponibilidad del posicionamiento: usando los datos GNSS e IMU se logra fusionar la información usando el filtro de Kalman como algoritmo para combinar todos los datos empleados y empleando la simplificación del modelo de Ackerman para definir la dinámica del vehículo.

(iii) Funcionalidad de caja negra: se emplea un registro de todos aquellos datos relevantes para conocer las causas de accidentes (datos de los sensores IMU y GNSS, señales de audio y vídeo, etc.).

(iv) Localización del vehículo: el usuario puede enviar un mensaje al dispositivo/sistema para conocer la ubicación actual del vehículo. Útil en caso de robo o si se olvida dónde se ha aparcado.

(v) El sistema cuenta con un módulo de conexión a la red móvil (con acceso a Internet incluido) que permite la monitorización, las copias de respaldo temporales y la interacción para el control del sistema de manera remota.

(vi) La interfaz para mostrar la mayoría de los resultados finales al usuario consiste en una pantalla o *display* gráfico, aunque también se utilizarán el altavoz y el *array* de LEDs para proporcionar información simple y/o que haya que proporcionar sin que el conductor pierda la atención de la conducción.

El esquema de los subsistemas que componen el sistema propuesto en esta patente se ilustra gráficamente en la Figura 1 de manera más detallada.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 muestra un esquema del sistema con la disposición de todos los subsistemas dentro de un vehículo genérico:

- En la parte delantera del vehículo se encuentra el subsistema central (A), el subsistema de registro de datos OBDII (B), el sistema de adquisición de datos y sonido (C) y todos los subsistemas de interacción con el usuario (D).
- En la parte central del vehículo se situará el subsistema de registro de datos GPS (E).
- El subsistema de sensores inerciales (F_{RL}, F_{RR}, F_{FL} y F_{FR}) se encuentra distribuido en cuatro puntos situados cerca de las cuatro ruedas del vehículo.
- Sistema de conexión a Internet mediante módem 3G/4G (G).

La Figura 2 muestra el diagrama de flujo de la operativa general de la unidad central a la hora de inicializar el sistema.

La Figura 3 y la Figura 4 muestran el diagrama de flujo con los pasos necesarios para el modo de realización preferente propuesto para este sistema cuando el vehículo se halla detenido y en movimiento, respectivamente.

Descripción detallada de la invención

A continuación se pasa a describir el modo de realización preferente, sin que ello sea limitativo en cuanto su alcance. La presente invención tiene por objetivo adquirir y almacenar datos de un vehículo provenientes de múltiples fuentes diferentes para obtener a partir de ellas información útil y proporcionársela al usuario del sistema en múltiples formatos.

El sistema propuesto cuenta con una unidad o subsistema central y varios subsistemas periféricos, tanto de adquisición como de actuación, conectados directamente al subsistema central y que operan bajo las órdenes y gobierno de éste. La unidad central (Figura 1.A), que actúa a modo de interfaz entre los diferentes subsistemas, es la encargada de la toma de los datos proveniente del resto de sistemas de adquisición, de su almacenamiento, de su procesado y del envío de datos a los subsistemas de actuación. Los subsistemas periféricos tienen funciones específicas y obedecen las órdenes del subsistema central. Estos subsistemas periféricos se dividen en dos categorías: subsistemas periféricos de adquisición o toma de datos (Figura 1.B/C/E/F) y subsistemas periféricos de actuación o interacción con el usuario (Figura 1.D/G).

Los subsistemas de toma de datos (Figura 1.B/C/E/F) se encargan de tomar datos de diferentes sensores, realizar un preprocesado en caso de ser necesario, y enviar los datos adquiridos al sistema central (Figura 1.A). La toma de datos puede ser síncrona o asíncrona en todos los subsistemas, siendo el sistema central el encargado de indicar el tipo de toma de datos a realizar así como de ajustar los parámetros de la adquisición en los casos que existan. Los subsistemas de toma de datos considerados en nuestro sistema son: sensores inerciales (Figura 1.F), subsistema de adquisición de imagen, vídeo y audio (Figura 1.C), registrador de datos de OBDII (Figura 1.B) y receptor GPS (Figura 1.E).

Los subsistemas de interacción con el usuario (Figura 1.D/G) se encargan de hacer llegar la información útil obtenida por el sistema central al usuario que corresponda. Estos subsistemas actúan de manera asíncrona bajo demanda del subsistema central. Los subsistemas de envío de información considerados en nuestro sistema son: receptor de mensajes de usuario, servidor de correo (Figura 1.G) y pantalla táctil *LCD*, altavoz y un *array* de LEDs luminoso (Figura 1.D).

El subsistema de sensores inerciales (Figura 1.F) consta de una serie de sensores ubicados en los extremos del vehículo para tener la información del vehículo que permite conocer su estado, posición y régimen de movimiento. Los sensores de los que consta este sistema son acelerómetros, giróscopos, magnetómetros, sensores de presión, sensores de temperatura y sensores de humedad.

El subsistema de adquisición de imagen, vídeo y audio (Figura 1.C) consiste en una cámara compacta con posibilidad de control remoto. Esta cámara permite conocer el estado del vehículo y dispondrá un motor capaz de girar la misma al menos 360º en azimut y 90º en elevación para poder enfocar a cualquier punto de interior del vehículo. Además, esta cámara cuenta con un micrófono integrado capaz de adquirir la señal de audio cuando se desee.

El subsistema de registro de datos OBDII (Figura 1.B) consiste en un dispositivo de adquisición que se conecta al bus de comunicaciones con el que la centralita del coche se comunica con los sensores del mismo. De dicho bus de datos, el subsistema de registro de datos OBDII adquiere las siguientes variables del vehículo: velocidad de cada rueda del coche, ángulo de giro del volante, tasa de giro del vehículo, aceleración lateral del coche, revoluciones del motor, marcha engranada en la caja de cambios y la presión del pedal de freno.

El subsistema de registro de datos GPS (Figura 1.E) se encarga de recibir las tramas que proporciona el receptor GPS usando el protocolo NMEA 0183 y realizar el preprocesado necesario para calcular las coordenadas de la posición y los valores de velocidad y rumbo, que son los datos que envía este subsistema a la unidad central.

El subsistema de recepción de mensajes de usuario es el encargado de recibir peticiones de información del usuario del sistema y enviarlas a la unidad central para procesar esas peticiones. Este subsistema está conectado al módulo 3G/4G (Figura 1.G) con el que cuenta el sistema, y está siempre activo a la espera de recibir peticiones del usuario.

El servidor de correo también está conectado al módem 3G/4G (Figura 1.G) y se conecta a Internet a través de una red privada virtual (*VPN – Virtual Private Network*) para permitir que el sistema sea accesible desde cualquier punto con conexión a Internet. Este servidor permite la comunicación con el usuario a través de correos electrónicos, en los cuales la unidad central encapsula la información que en cada caso desee enviar al usuario.

El resto de subsistemas de interacción con el usuario son la pantalla táctil LCD, el altavoz y el *array* de LEDs luminosos (Figura 1.D). Estos sistemas envían información al usuario en tiempo real de conducción, teniendo en cuenta que deben llegar al mismo de forma rápida y sin que éste pierda la atención en la conducción.

La unidad central (Figura 1.A), el tercer subsistema, está formada por un miniordenador de placa única con un sistema operativo "RTLinux" de código abierto que garantiza la ejecución en tiempo real y permite la programación flexible de *scripts*. De esta manera se pueden añadir funcionalidades al sistema de manera modular aprovechando todas sus posibilidades.

Para la protección e integración del sistema dentro del vehículo se utiliza una caja protectora estanca de material plástico ignífugo. Los materiales utilizados para la fabricación de la misma se han elegido con el fin de que sea resistente a los golpes y a temperaturas extremas y fuego, de modo que el sistema se pueda rescatar y recuperar en caso de accidente para evaluar las posibles causas del mismo con la información almacenada.

El subsistema de sensores inerciales se va a emplear para reconstruir la trayectoria que sigue el vehículo cuando está en movimiento. Para ello, se van a combinar los datos de los sensores inerciales (Figura 1.F) con los datos del subsistema de registro de datos OBDII (Figura 1.B). Así, esta trayectoria generada a partir del subsistema de sensores inerciales se puede combinar con la obtenida a partir del subsistema de registro de datos GPS (Figura 1.E) con el fin de obtener una mayor precisión y no perder la posición en zonas sin cobertura GPS. Además, los datos de presión, temperatura y humedad relativa que proporcionan estos sensores se utilizan para determinar las causas de posibles accidentes del vehículo (funcionalidad de caja negra). También se usan para implementar alarmas que alerten al conductor cuando estas variables presenten valores anómalos.

El subsistema de adquisición de imagen, video y audio (Figura 1.C) se emplea para tomar imágenes cada pocos segundos e ir almacenándolas para poder determinar las causas de un posible accidente. De forma paralela, también se adquiere la señal de audio. Para no saturar el sistema de almacenamiento, las imágenes y el audio más antiguos se borran de manera progresiva. Otra aplicación consiste en grabar o tomar imágenes de todo el interior del vehículo, empleando su capacidad de moverse 360º en azimut y 90º en elevación, cuando el usuario lo solicita. Esto permite a dicho usuario conocer el estado de su vehículo cuando éste se halle estacionado.

El subsistema de registro de datos OBDII (Figura 1.B) permite analizar la conducción del vehículo y enviar recomendaciones al conductor para que mejore la eficiencia de su conducción. Además, estos datos se combinan con los de los sensores inerciales y los datos del GPS para reconstruir la trayectoria del vehículo.

El subsistema de registro de datos GPS (Figura 1.E) permite la reconstrucción de la trayectoria del vehículo. Además, la posición GPS del vehículo se almacena periódicamente con el objetivo de poder enviar su posición al usuario a través del servidor de correo cuando éste demande conocer la posición del vehículo.

Por último, los subsistemas de interacción con el usuario envían la información generada por la unidad o subsistema central en las aplicaciones anteriormente enumeradas.

A continuación se pasa a describir el comportamiento de la unidad central correspondiente al modo de operación preferente.

La Figura 2 muestra el diagrama de flujo de la operativa general de la unidad central a la hora de inicializar el sistema. Al arrancar el sistema se llevan a cabo una serie de comprobaciones preliminares para verificar que todos sensores que se conectan al sistema de adquisición funcionan correctamente. En caso de error se ejecutan las rutinas pertinentes para subsanar los defectos acaecidos. En caso de éxito, el sistema comienza a operar en su modo de realización preferente según se describe en la Figura 3 (cuando el vehículo está detenido) y en la Figura 4 (cuando el vehículo se encuentra en movimiento).

Cuando el vehículo se encuentra detenido el sistema opera en el modo de realización ilustrado en el diagrama de flujo de la Figura 3. En este caso, tras detectar el estado de detención del vehículo (S1), el sistema se encuentra en escucha a la espera de recibir un SMS o correo electrónico (S2). Cuando se reciba un correo, se comprobará el tipo de información solicitada por el usuario (S3). En caso de que se solicite el envío de la localización actual se obtendrán las coordenadas geodésicas del sensor GPS (S4) y se enviará un correo o SMS de vuelta con la información solicitada en formato apropiado (S5). En caso de que se solicite el envío de fotografías del estado del

vehículo se tomará una fotografía con la *webcam* del sistema (S6) y se enviará como adjunto en un correo o SMS multimedia (S7). Por su parte, mientras no se produzca dicho evento de recepción de un correo, el sistema captará de manera periódica datos de audio e imagen procedentes de la webcam (S8) y realizará un *log* de registro con ellos almacenándolos en la memoria del sistema (S9). Con el fin de evitar desbordar la memoria del sistema, se implementará un mecanismo de comprobación del tamaño usado en memoria por dicho *log* (S10) y cuando se supere un umbral determinado se procederá al borrado de los ficheros más antiguos (S11).

Cuando el vehículo está en marcha el sistema opera en el modo de realización ilustrado en el diagrama de flujo de la Figura 4. En este caso el sistema realiza una serie de tareas, una vez se ha detectado el estado de movimiento del vehículo (M1). Nuevamente el sistema se encontrará a la espera de recibir un correo (M2) en caso de que se desee localizar el vehículo, p. ej. para detectar la ubicación en caso de robo o localizar el vehículo por parte de las empresas propietarias. Cuando se reciba ese correo se obtendrá la posición fusionando datos GPS y del resto de sensores (M3) y se enviará un correo correctamente formateado con la información de posicionamiento solicitada (M4). De manera simultánea el sistema adquirirá de manera periódica los datos del receptor GPS (M5), del conector OBDII (M6), de los sensores inerciales (M7), así como los de temperatura y presión (M8). Estas medidas se almacenarán en memoria, se emplearán para la fusión de datos, y se mostrarán mediante el sistema de interacción con el usuario (M9) en el formato más apropiado para no distraer la atención del conductor de la carretera. Estos datos se emplearán a su vez para comprobar el evento de accidentes (M10). Mientras no se produzca un accidente el sistema seguirá adquiriendo datos de la webcam y micrófono (M11) y dichos datos se almacenarán a modo de *log* (M12) para que pudieran ser usados del mismo modo que se usan los datos de las cajas negras en los aviones. De nuevo con el fin de evitar desbordar la memoria del sistema se va a comprobar si el espacio usado en memoria supera el límite permitido (M13), en cuyo caso se procederá al borrado de los ficheros más antiguos (M14). En el caso de que en el paso M10 se detecte un accidente, porque el vehículo ha volcado o porque se ha producido una aceleración excesivamente brusca en alguno de los ejes, se comprobará si el vehículo se ha detenido como causa del mismo (M15) y en caso afirmativo se enviará un aviso de emergencia mediante SMS o correo (M16).

Dentro del diagrama de flujo anteriormente expuesto (Figuras 2, 3 y 4), correspondiente al modo de realización preferente, y novedoso en sí mismo, se proponen a mayores los siguientes métodos novedosos:

1.- Método para mantener y mejorar la precisión de posicionamiento mediante la fusión de datos del receptor GPS con diversos sensores inerciales y sensores de automoción, empleando el filtro de Kalman y el modelo de Ackerman. Dicho método aplica la aproximación de la geometría de dirección de Ackerman para modelar el movimiento del vehículo, relacionando las velocidades de las ruedas, tasa de giro del vehículo, ángulo de giro del volante, aceleración lateral del vehículo y otras variables. De este modo se permite fusionar los datos medidos por los diferentes sensores del sistema ofreciendo mayor precisión y robustez frente a fallos de alguno de los sensores. Esta fusión de las variables medidas ($\bar{z}_k$) se realiza mediante el filtro de Kalman Extendido para obtener la información del posicionamiento ($\bar{x}_k$).

ESTADO DEL SISTEMA-COCHE ($\bar{x}_k$):

$$\bar{x}_k = (x_k, y_k, \theta_k, u_k, \delta_k)^T$$

donde x_k denota la posición en coordenadas UTM en el eje X (este-oeste), y_k denota la posición en coordenadas UTM en el eje Y (norte-sur), θ_k denota la dirección del rumbo del vehículo con respecto al semieje X positivo, u_k denota el módulo de la velocidad del vehículo, y δ_k denota el ángulo formado por la rueda delantera central ficticia y el rumbo actual del vehículo.

VARIABLES MEDIDAS POR LOS SENSORES ($\bar{z}_k$):

$$\bar{z}_k = (x_{GNSS}, y_{GNSS}, \theta_{GNSS}, u_{GNSS}, u_{FL}, u_{FR}, u_{RL}, u_{RR}, \delta_{sw}, Acc_{lat}, Rot_{rate})^T$$

donde x_{GNSS} denota la posición en coordenadas UTM en el eje X (este-oeste) suministrada por el receptor GPS, y_{GNSS} denota la posición en coordenadas UTM en el eje Y (norte-sur) suministrada por el receptor GPS, θ_{GNSS} denota el rumbo suministrado por el receptor GPS, u_{GNSS} denota la velocidad del vehículo suministrada por el receptor GPS, u_{FL} denota la velocidad de la rueda delantera izquierda, u_{FR} denota la velocidad de la rueda delantera derecha, u_{RL} denota la velocidad de la rueda trasera izquierda, u_{RR} denota la velocidad de la rueda trasera derecha, δ_{sw} denota el ángulo de giro del volante respecto la posición de equilibrio, Acc_{lat} denota la aceleración lateral o centrípeta del vehículo, y Rot_{rate} denota la tasa de giro del vehículo, esto es, la tasa a la que cambia el rumbo del vehículo.

La fusión se realiza particularizando el filtro de Kalman extendido empleando las siguientes funciones de transición de estado ($\boldsymbol{f}$) y toma de medidas ($\boldsymbol{h}$).

$$\bar{\boldsymbol{x}}_k = \begin{pmatrix} x_k \\ y_k \\ \theta_k \\ u_k \\ \delta_k \end{pmatrix} = \boldsymbol{f}(\bar{\boldsymbol{x}}_{k-1}) = \begin{pmatrix} x_{k-1} + \Delta T \cdot u_{k-1} \cdot \cos(\theta_{k-1}) \\ y_{k-1} + \Delta T \cdot u_{k-1} \cdot \sin(\theta_{k-1}) \\ \theta_{k-1} + \Delta T \cdot \frac{u_{k-1}}{L} \cdot \tan(\delta_{k-1}) \\ u_{k-1} \\ \delta_{k-1} \end{pmatrix}$$

$$\bar{\boldsymbol{z}}_k = (x_{GNSS}, y_{GNSS}, \theta_{GNSS}, u_{GNSS}, u_{FL}, u_{FR}, u_{RL}, u_{RR}, \delta_{sw}, Acc_{lat}, Rot_{rate})^T = \boldsymbol{h}(\bar{\boldsymbol{x}}_k) =$$

$$= \left(x_k,\ y_k, \theta_k, u_k, \frac{\sqrt{(\tan(\delta_k) \cdot L)^2 + \left(L + \tan(\delta_k) \cdot \frac{W_f}{2}\right)^2}}{L} \cdot u_k, \right.$$

$$\frac{\sqrt{(\tan(\delta_k) \cdot L)^2 + \left(L - \tan(\delta_k) \cdot \frac{W_f}{2}\right)^2}}{L} \cdot u_k, \left(1 + \frac{W_r \cdot \tan(\delta_k)}{2L}\right) \cdot u_k,$$

$$\left. \left(1 - \frac{W_r \cdot \tan(\delta_k)}{2L}\right) \cdot u_k, \delta_k \cdot S_{ratio}, \frac{{u_k}^2}{L} \cdot \tan(\delta_k), \frac{u_k}{L} \cdot \tan(\delta_k) \right)^T$$

donde L es la distancia desde el eje delantero al trasero, W_r es la distancia entre ruedas del eje trasero, W_f es la distancia entre ruedas del eje delantero, S_{ratio} es el *steering ratio*, es decir, el factor que relaciona el ángulo girado por el volante del coche y el ángulo que giraría una rueda central ficticia que equivalga a las dos ruedas delanteras, y ΔT es el tiempo entre la adquisición de dos muestras consecutivas.

2.- Método de detección de accidentes a partir del uso combinado de los datos de los sensores de automoción, sensores inerciales y del receptor GPS. La detección de un accidente es activado cuando concurran alguno de los siguientes eventos:

2.a) La velocidad del vehículo es nula segundos después de haberse detectado una aceleración brusca superior a cierto umbral prefijado.

2.b) La aceleración en el eje vertical es negativa varias muestras consecutivas, durante al menos medio segundo (implicando un vuelco del vehículo).

2.c) La tasa de giro del vehículo es superior a cierto umbral prefijado...

En caso de detección de accidente por alguno de los tres eventos mencionados, el sistema activará una alerta de confirmación de accidente. Así, en caso de detección de

un falso accidente debido a que el usuario haya realizado una maniobra extraña, será posible abortar las acciones configuradas en el sistema en caso de accidente y el evento no se guardará como accidente en la memoria del sistema.

3.- Subsistema de comunicación y/o envío de información del sistema. Este subsistema recopilará información de otros subsistemas y, de acuerdo a los parámetros de configuración con los que configure el usuario este subsistema, enviará información a través de correo electrónico, llamada telefónica y/o SMS cuando se produzca un determinado evento. Por ejemplo, cuando el método de detección de accidentes detecte un posible accidente, este sistema se podrá configurar para que envíe un correo electrónico o un SMS con la localización del vehículo y detalles del tipo de accidente producido a un servicio de emergencias que pueda proceder al rescate.

4.- Método/protocolo de comunicación asíncrona con dispositivos para la obtención de información del vehículo (p.ej. su localización y estado del interior) bajo demanda. Este protocolo consiste en el envío de un mensaje (con un formato prefijado) en el que solicita la información que se desea obtener del sistema. El sistema procesa dicha petición y envía una respuesta con los datos solicitados (nuevamente en un formato prefijado) mediante el subsistema de comunicación descrito anteriormente.

5.- Método de determinación de los parámetros óptimos de conducción en tiempo real y sistema de recomendación al usuario para que modifique su comportamiento. Este método incluye:

5.1) Método para determinar la marcha más adecuada en función de las revoluciones del motor, la velocidad del vehículo y el perfil del conductor. Dependiendo del tipo de motor y combustible empleado se usarán diferentes umbrales para sugerir reducir o aumentar marcha.

5.2) Método para determinar la brusquedad de la conducción. En caso de que el usuario cometa aceleraciones bruscas, tras realizar un filtrado ARMA de las señales en bruto, se le notificará previniendo situaciones de peligro que puedan ocasionar una accidente.

5.3) Método para evaluar la eficiencia de conducción en base al consumo de combustible, revoluciones del motor, desgaste de neumáticos, etc. El método propuesto proporcionará al usuario información sobre la evaluación de su conducción en tiempo real y, al finalizar el trayecto, se generará un informe más detallado en el que se evalúe la conducción a lo largo de todo el trayecto. Este informe proporcionará

también un resultado numérico de la evaluación, con el objetivo de permitir al usuario tener un seguimiento de su evolución y para poder hacer comparaciones con otros usuarios y poder desarrollar un ranking según la eficiencia al volante de cada conductor.

6.- Método para reprogramar el funcionamiento del vehículo según las condiciones de la carretera y del perfil del conductor (su forma personal y propia de conducir) adaptando el comportamiento del vehículo a sus necesidades y mejorando el rendimiento del vehículo. La reprogramación del funcionamiento del vehículo permitirá modificar los siguientes parámetros mediante el estándar OBDII (este método será propio de cada modelo de coche concreto, por lo que previamente habría que hacer un estudio para cada uno de los modelos de coche contemplados, logrando así una personalización plena del método que sea más óptima):

- Presión del turbo.
- Umbral de la presión del turbo.
- Inyección.
- Presión de la inyección.
- Umbral de presión de la inyección.
- Limitadores de par, humo y velocidad.

Antes de comenzar la marcha, y durante el propio trayecto, el sistema propuesto dará la opción al conductor de elegir el modo de uso: modo manual, en el que el usuario tiene la capacidad de elegir el estado de la reprogramación dentro de un conjunto de configuraciones prefijadas, o modo automático, en el que el sistema determinará dinámicamente la programación del vehículo en función de variables externas suministradas por el subsistema de adquisición, tales como las condiciones del trayecto.

La reprogramación ofrecida por este método permite la personalización del coche, variando la curva del par motor de manera dinámica. De esta forma, se podrá aprovechar la potencia en adelantamientos o subidas y disminuirla en tramos llanos, permitiendo reducir el consumo del vehículo y contaminar menos.

REIVINDICACIONES

1.- Sistema de asistencia al conductor caracterizado porque consta de las siguientes partes:

1.a) Subsistema de adquisición o toma de datos: sensores inerciales, subsistema de adquisición de imagen, vídeo y audio, registrador de datos de OBDII y GPS.

1.b) Subsistema o unidad central que toma datos provenientes del resto de sistemas de adquisición, se encarga de su almacenamiento, de su procesado y del envío de datos a los diversos subsistemas de actuación.

1.c) Subsistemas de actuación o interacción con el usuario: receptor de mensajes de usuario, servidor de correo electrónico, pantalla táctil LCD, altavoz y un array de LEDs luminosos.

2.- Sistema de asistencia al conductor, según reivindicación 1, caracterizado por contar con un subsistema de adquisición de datos compuesto por cuatro grupo de sensores, situados cada uno de ellos en una esquina del vehículo (F_{LF}, F_{RF}, F_{LR} y F_{RR}). Cada uno de estos cuatro grupos de sensores comprende acelerómetros, giróscopos, magnetómetros, sensores de presión, sensores de temperatura y sensores de humedad.

3.- Sistema de asistencia al conductor, según la reivindicación 1, caracterizado por combinar o fusionar los datos provenientes de los sensores mencionados en la reivindicación 2 con datos provenientes de un dispositivo GPS (E), del bus de comunicaciones del vehículo (B), y de una cámara con micrófono integrado (C) y por comunicarse con el exterior del vehículo a través la red móvil empleando un módem 3G/4G (G).

4.- Sistema de asistencia al conductor, según las reivindicaciones precedentes, caracterizado por incorporar una unidad de procesado central (A) capaz de ejecutar aplicaciones *software* que implementen una o varias de las siguientes funcionalidades: recopilar y almacenar los datos adquiridos por los subsistemas de toma de datos mencionados en las anteriores reivindicaciones, procesar y analizar señales y datos en tiempo real, y proporcionar información al usuario del sistema a través de los subsistemas de interacción con el usuario de acuerdo a sus preferencias y necesidades.

5.- Sistema de asistencia al conductor, según las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el sistema central descrito en la reivindicación 4 permite ejecutar varias aplicaciones *software* de manera simultánea. Además, este sistema central permitirá al usuario añadir, sustituir y/o eliminar los programas informáticos que gobiernan dicho sistema y proporcionan las funcionalidades al usuario.

6.- Sistema de asistencia al conductor, según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la unidad o subsistema central está emplazado dentro de una caja protectora estanca de material plástico e ignífugo.

7.- Sistema de asistencia al conductor, según las reivindicaciones anteriores, caracterizado por actuar como caja negra, almacenando o registrando los datos procedentes de cada uno de los sensores que componen el sistema de adquisición.

8.- Método de adquisición y procesado de datos de un vehículo para asistencia a su conductor, caracterizado porque realiza las siguientes tareas:

a) adquirir datos procedentes de los sensores del sistema;

b) almacenar los datos adquiridos para proporcionar la funcionalidad de caja negra, borrando la información más antigua a medida que se vaya llenando la memoria;

c) enviar la localización del vehículo en caso de recibir un mensaje, y en caso de accidente mandar la localización con un aviso de emergencia;

d) enviar imágenes tomadas desde el interior del vehículo en caso de recibir un mensaje;

e) detectar accidentes en base a la información suministrada por los sensores del sistema;

f) fusionar los datos procedentes de los sensores inerciales y del vehículo (OBDII) con los datos del receptor GPS, para mejorar la precisión y robustez del posicionamiento;

g) determinar y notificar en tiempo real los parámetros óptimos de conducción;

h) reprogramar el funcionamiento del vehículo según las condiciones de la carretera y del perfil del conductor.

9.- Método de adquisición y procesado de datos de un vehículo para asistencia a su conductor, según reivindicación 8, caracterizado por realizar la fusión de datos del receptor GPS con diversos sensores inerciales y sensores de automoción empleando el filtro de Kalman y el modelo de Ackerman para la mejora de la precisión del posicionamiento del vehículo.

10.- Método de adquisición y procesado de datos de un vehículo para asistencia a su conductor, según reivindicación 8, caracterizado por el uso combinado de los datos de los sensores de automoción, sensores inerciales y del receptor GPS para la detección de accidentes.

11.- Método de adquisición y procesado de datos de un vehículo para asistencia a su conductor, según reivindicación 8, caracterizado por enviar un aviso mediante SMS y correo electrónico en caso de emergencia o accidente.

12.- Método de adquisición y procesado de datos de un vehículo para asistencia a su conductor, según reivindicación 8, caracterizado por obtener información del vehículo bajo demanda empleando comunicación asíncrona con el dispositivo.

13.- Método de adquisición y procesado de datos de un vehículo para asistencia a su conductor, según reivindicación 8, caracterizado por ser capaz de determinar los parámetros óptimos de conducción en tiempo real y de proporcionar recomendaciones al conductor para que mejora sus hábitos de conducción.

14.- Método de adquisición y procesado de datos de un vehículo para asistencia a su conductor, según reivindicación 8, caracterizado por permitir la reprogramación del vehículo para adaptar el comportamiento del vehículo a las necesidades del conductor, mejorar el rendimiento del vehículo y reducir su consumo.

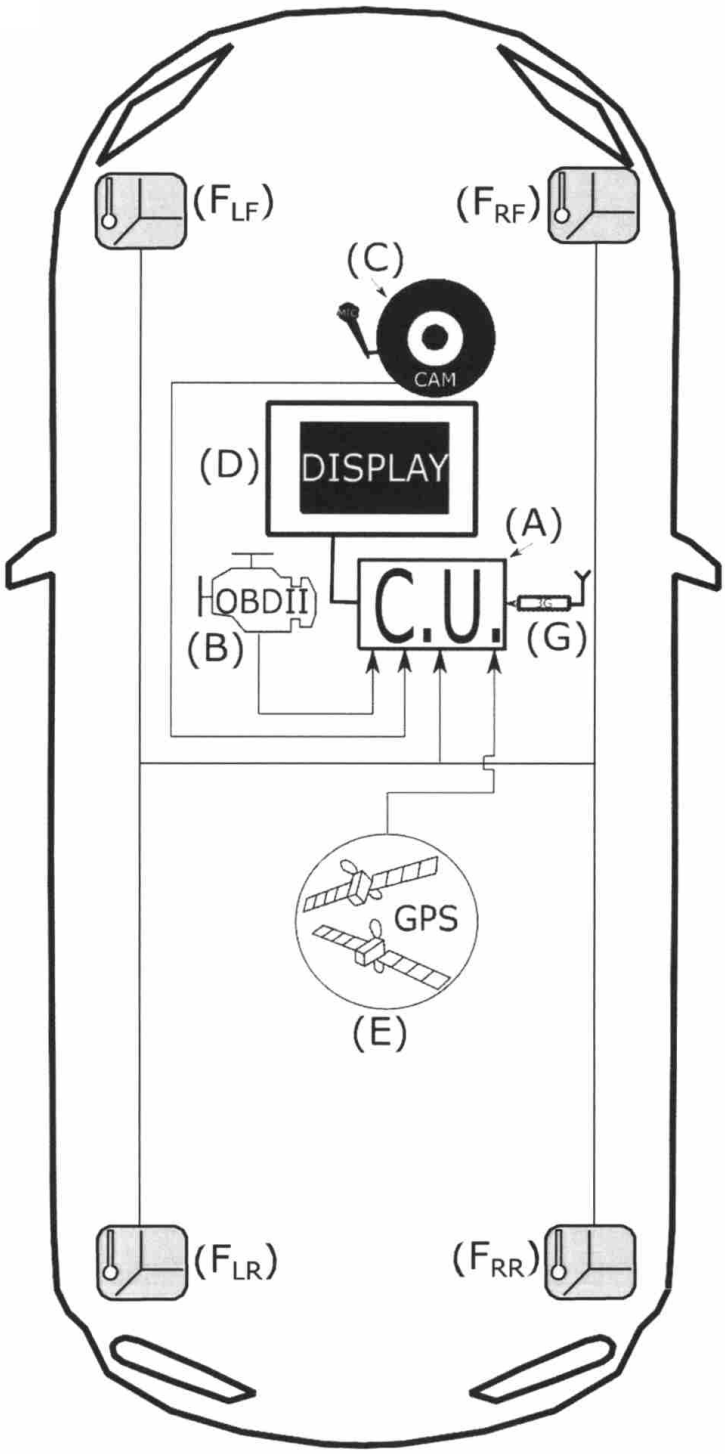

FIGURA 1

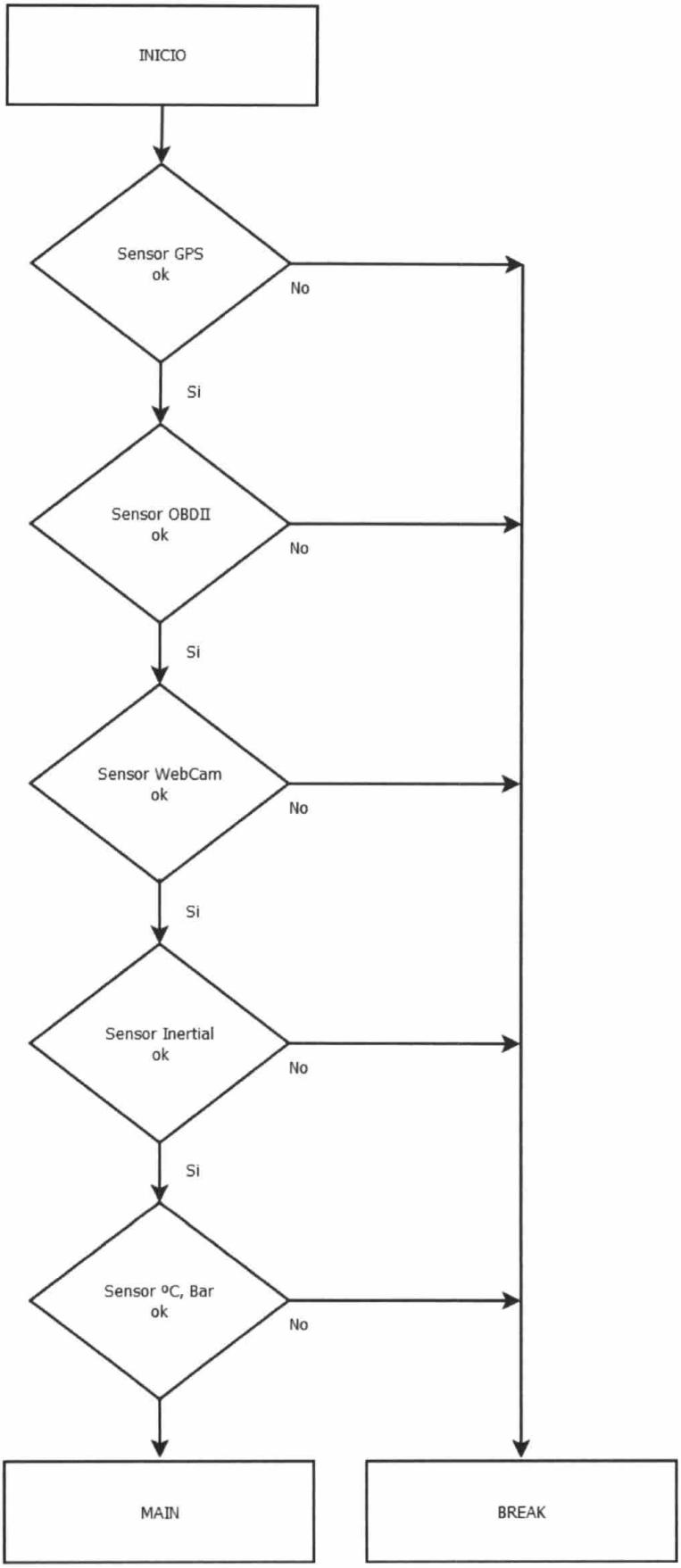
INICIO
Sensor GPS ok
No
Si
Sensor OBDII ok
No
Si
Sensor WebCam ok
No
Si
Sensor Inertial ok
No
Si
Sensor ºC, Bar ok
No
MAIN
BREAK

FIGURA 2

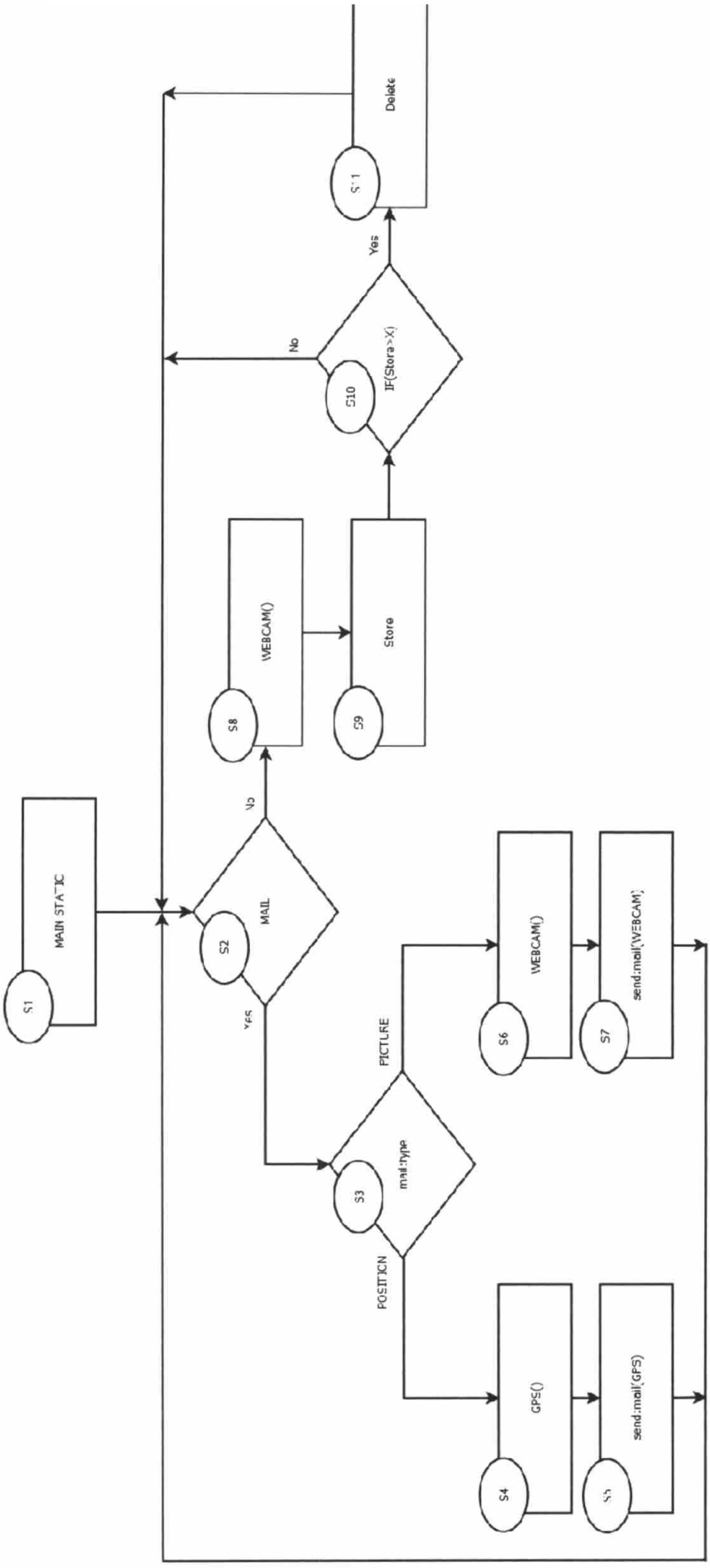
MAIN STATIC
S1
MAIL
S2
Yes
No
mail type
S3
PICTURE
POSITION
GPS()
S4
send mail(GPS)
WEBCAM()
S6
send mail(WEBCAM)
S7
WEBCAM()
S8
Store
S9
IF(Store>X)
S10
Yes
No
Delete

FIGURA 3

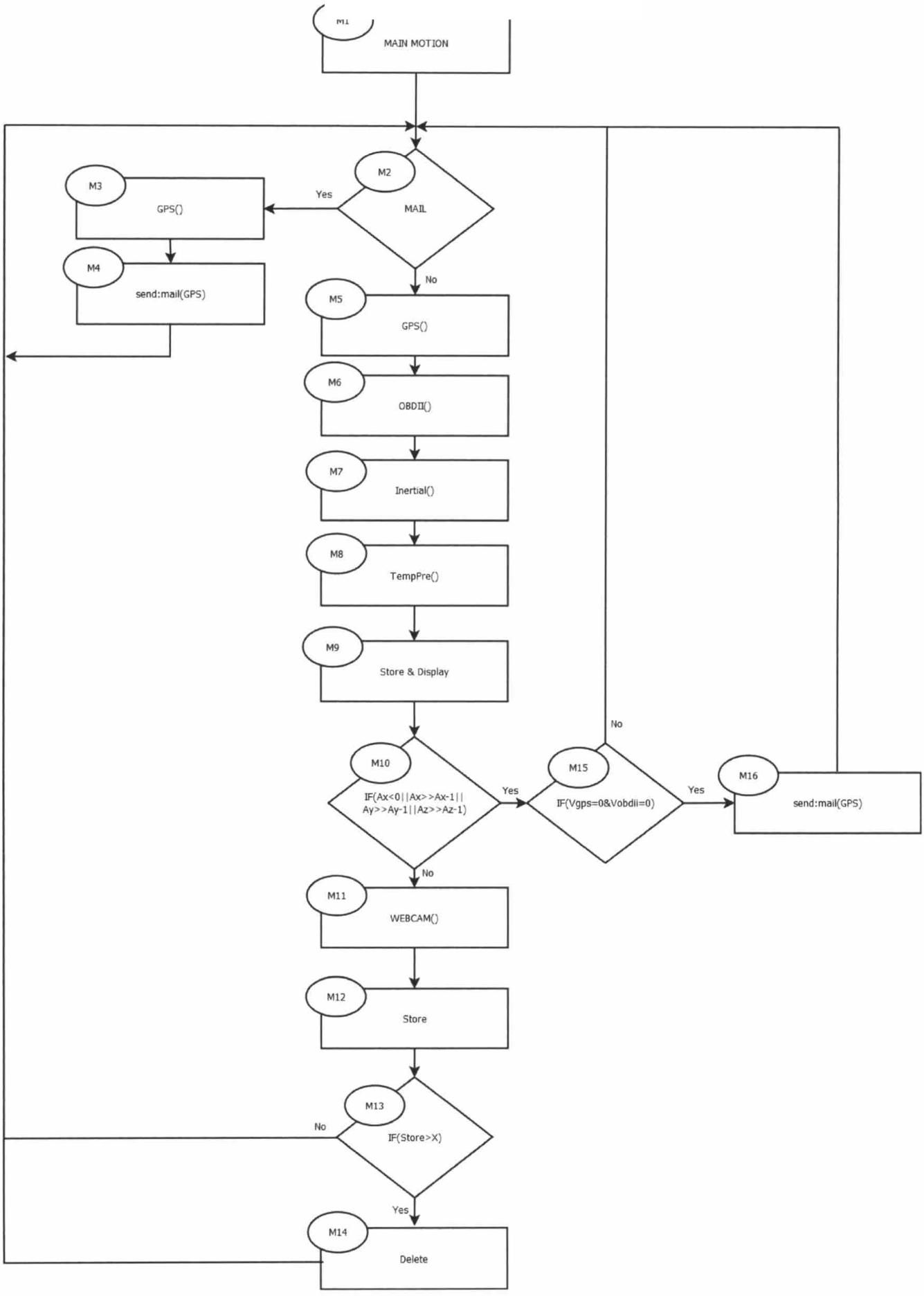
M1
MAIN MOTION
M2
MAIL
Yes
M3
GPS()
M4
send:mail(GPS)
No
M5
GPS()
M6
OBDII()
M7
Inertial()
M8
TempPre()
M9
Store & Display
M10
IF(Ax<0||Ax>>Ax-1||
Ay>>Ay-1||Az>>Az-1)
Yes
M15
IF(Vgps=0&Vobdii=0)
Yes
M16
send:mail(GPS)
No
No
M11
WEBCAM()
M12
Store
M13
IF(Store>X)
No
Yes
M14
Delete

FIGURA 4

OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(21) N.º solicitud: 201600489

(22) Fecha de presentación de la solicitud: 09.06.2016

(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(51) **Int. Cl. :** Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	(56) **Documentos citados**	**Reivindicaciones afectadas**
X	US 6351698 B1 (KUBOTA TOMOKI et al.) 26/02/2002, columna 6, línea 9 - columna 12, línea 67; columna 19, línea 56 - columna 20, línea 57; figuras 1,3,14	1-7
X	WO 0239761 A2 (MOTOROLA INC) 16/05/2002, Página 5, línea 28 - página 16, línea 6; página 19, Línea 5 - página 23, línea 27; figuras 1,2,4-8	1-7
A	WO 2012129425 A2 (TK HOLDINGS INC et al.) 27/09/2012, párrafos [0019 - 0028, 0041 - 0054]; figuras 1-3,6-8	1-14
A	GB 2528084 A (JAGUAR LAND ROVER LTD) 13/01/2016, página 4, línea 6 - página 10, línea 8; página 10, línea 29 - página 13, línea 19; figuras 1-3, 5	1-14
A	US 2009051516 A1 (ABEL HEINZ-BERNHARD et al.) 26/02/2009, Párrafos [0029 - 0052]; figuras.	1-7

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	**Examinador**	**Página**
22.03.2017	P. Pérez Fernández	1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

B60R16/02 (2006.01)
B60R16/023 (2006.01)
B60W50/14 (2012.01)
B60W50/08 (2012.01)
G07C5/08 (2006.01)

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

B60R, B60W, G07C

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

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 22.03.2017

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	1-14	**SI**
	Reivindicaciones		**NO**
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	8-14	**SI**
	Reivindicaciones	1-7	**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	US 6351698 B1 (KUBOTA TOMOKI et al.)	26.02.2002

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

Falta de Actividad Inventiva
Reivindicación nº 1
Se establece el documento D01 como el más próximo del Estado de la Técnica.
Dicho documento D01 hace referencia a "un sistema de control interactivo de vehículos" y comprende:
*un sistema de adquisición de datos (22) que contiene:
-sensores inerciales (ver columna 7, líneas 19-31; columna 12, líneas 40-67; figuras 1, 2).
-un subsistema de adquisición de imagen, vídeo y audio (ver columna 8, línea 24 -columna 9, línea 6; figura 1).
-un GPS (211) (ver columna 7, líneas 3-18; figura 1).
*un subsistema o unidad de control (1) (ver columna 6, líneas 9-16; figura 1).
*un subsistema de actuación o interacción (12) con el usuario que comprende:
-receptor de mensajes (ver columna 8, líneas 9-23; figura 1).
-una pantalla (27), un altavoz (25) (ver columna 8, líneas 9-23; figura 1).
Las diferencias entre el documento D01 y la reivindicación nº 1 reside en que en D01 no se menciona la existencia de un OBD ni de un servidor de correo electrónico.
Dado el estado actual de la técnica y a la vista de documento D01 no se considera que requiera ningún esfuerzo inventivo para un experto en la materia desarrollar un sistema como el mencionado en la reivindicación nº 1.
Por tanto, la reivindicación nº 1 carece de Actividad Inventiva (Art 8 LP).
Reivindicación nº 2
El objeto de la invención recogido en la reivindicación nº 2 ya se encuentra en el documento D01 (ver columna 12, líneas 40-67; figura 3). Por consiguiente, la reivindicación nº 2 carece de Actividad Inventiva (Art 8 LP).
Reivindicación nº 3
Las características de la reivindicación nº 3 ya aparecen en el documento D01 (ver columna 6, línea 56- columna 7, línea 21). En consecuencia, la reivindicación nº 3 carece de Actividad Inventiva (Art 8 LP).
Reivindicaciones nº 4, 5
El hecho de que un procesador ejecute aplicaciones software para recopilar y almacenar datos y que dichas aplicaciones puedan ser modificadas por un usuario resulta obvio para un experto en la materia. Por tanto, las reivindicaciones nº 4,5 carecen de Actividad Inventiva (Art 8 LP).
Reivindicaciones nº 6, 7
El objeto de la invención contenido en las reivindicaciones nº 6, 7 se considera dentro del alcance de una práctica muy conocida por el experto en la materia, especialmente debido a que las ventajas conseguidas se prevén fácilmente. Por consiguiente, las reivindicaciones nº 6, 7 carecen de Actividad Inventiva (Art 8 LP).
Tiene Novedad/Actividad Inventiva
Reivindicación nº 8
No se ha encontrado en el Estado de la Técnica ningún documento que pudiera objetar el método descrito en la reivindicación nº 8.
Por tanto, la reivindicación nº 8 posee Novedad, Actividad Inventiva y Aplicación Industrial (Arts 6.1, 8, 9 LP).
Reivindicaciones 9-14
Las reivindicaciones nº 9-14 dependen todas ellas de la reivindicación nº 8. Por consiguiente, y al igual que la reivindicación nº 8, las reivindicaciones nº 9-14 poseen Novedad, Actividad Inventiva y Aplicación Industrial (Arts 6.1, 8, 9 LP).