

(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 2019/170940 A2**

(43) Fecha de publicación internacional  
12 de septiembre de 2019 (12.09.2019) **WIPO | PCT**

(51) Clasificación internacional de patentes:  
*B60W 40/068* (2012.01) *B60T 8/172* (2006.01)  
*G08G 1/0967* (2006.01)

**TRONCOSO, Ignacio** [ES/FR]; 14 Av Alfred Carteron, 91370 Verrieres Le Businson (FR).

(21) Número de la solicitud internacional:  
PCT/ES2019/070106

(74) Mandatario: **DURAN-CORRETJER, S.L.P.**; Còrsega, 329 (PG. de Gràcia / Diagonal), 08037 Barcelona (ES).

(22) Fecha de presentación internacional:  
26 de febrero de 2019 (26.02.2019)

(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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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

(26) Idioma de publicación: español

(30) Datos relativos a la prioridad:  
18382137.0 06 de marzo de 2018 (06.03.2018) EP

(72) Inventor; y

(71) Solicitantes: **ALVAREZ TRONCOSO, Pablo** [ES/ES]; Urb. Torre Bellver, Residencial Las Terrazas I, Bloque 5 Pta. E, 12594 Oropesa de Mar (castellón) (ES). **ALVAREZ**

(54) Title: VEHICLE CONTROL SYSTEM

(54) Título: SISTEMA DE CONTROL DE UN VEHÍCULO

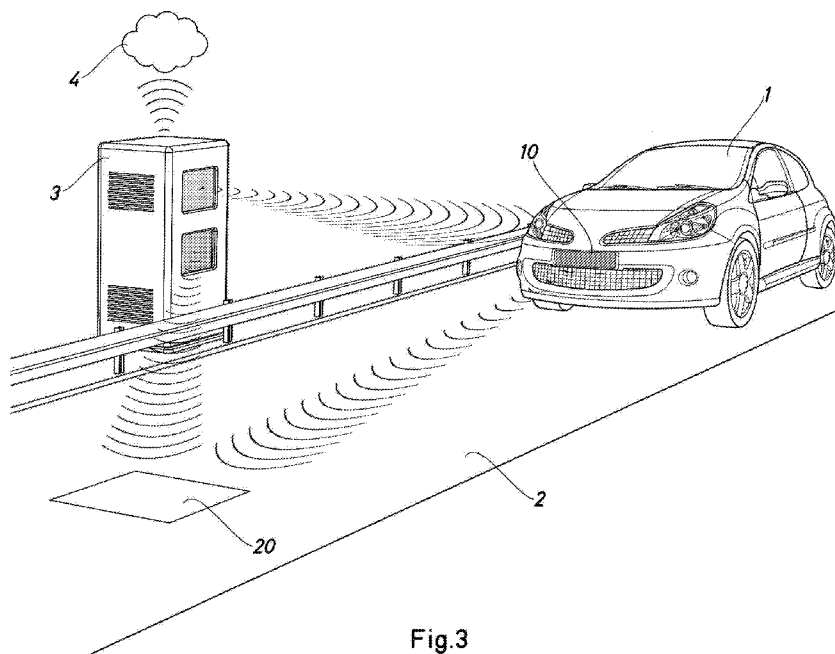


Fig.3

(57) Abstract: Vehicle control system comprising: a smart cell that is capable of storing and transmitting information on the state of the road surface; and a control module included in a vehicle, said vehicle control module modifying the operating parameters of the vehicle based on the information transmitted by the smart cell.

(57) Resumen: Sistema de control de un vehículo que comprende: - una célula inteligente con capacidad de almacenaje y transmisión de información del estado del pavimento - un módulo de control comprendido en un vehículo y en el que el módulo de control del vehículo modifica los parámetros de funcionamiento de dicho vehículo en función de la información transmitida por la célula inteligente.

[Continúa en la página siguiente]



WO 2019/170940 A2

**(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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publicada:**

— *sin informe de búsqueda internacional, será publicada nuevamente cuando se reciba dicho informe (Regla 48.2(g))*

Sistema de control de un vehículoDESCRIPCIÓN

5 La presente invención se refiere a un novedoso sistema de control de un vehículo.

En la sociedad actual está ampliamente extendido el uso de vehículos para transporte de mercancías y de personas, tanto en el sector público como en el privado. Debido al elevado número de vehículos circulando por las carreteras se producen un gran número de accidentes que acarrear importantes  
10 pérdidas económicas y personales.

Actualmente numerosas instituciones públicas y privadas, así como los fabricantes de vehículos, fomentan la implantación de medidas que disminuyan el número de accidentes de tráfico así como la gravedad de estos en caso de que se produzcan. Sin embargo, la manera de enfocar el problema suele  
15 tratar por separado las carreteras y los vehículos, es decir, por una parte los organismos competentes implantan mejoras en la red de carreteras y por otra los fabricantes de vehículos aumentan la seguridad activa y pasiva de los vehículos que producen, pero, por norma general, no se produce ningún tipo de interacción entre vehículo y carretera.

20 El documento de publicación de solicitud de Patente estadounidense US 2016/0137208 A1 da a conocer un método y un sistema de predicción del rendimiento de un vehículo para un segmento de carretera en función de un valor de deslizamiento de rueda estimado. Según lo descrito en este documento, mediante sensores en el vehículo se estima el coeficiente de fricción y la ratio de deslizamiento y dicho valor estimado se usa como entrada de un algoritmo que comparando dicho valor estimado con una librería  
25 con valores de coeficientes de fricción para vehículos similares, vehículos con ruedas similares, vehículos de edades similares, etc. es capaz de predecir la ratio de deslizamiento del vehículo en tramos venideros, permitiendo así avisar al conductor cuando el valor estimado de la ratio de deslizamiento para los siguientes tramos excede un umbral predeterminado. En el sistema dado a conocer por este documento, también se pueden recibir informes del estado de la superficie de la carretera procedentes  
30 de estimaciones hechas por otros vehículos circulando en una o más carreteras, para, una vez procesada esta información, identificar la información disponible de los tramos venideros y mandar dicha información al vehículo en concreto.

El documento de publicación de solicitud de Patente estadounidense US 2011/0012753 A1 da a conocer  
35 métodos, sistemas y medios legibles por ordenador para informar a vehículos de unas determinadas condiciones ambientales antes de que dichos vehículos se encuentren dichas condiciones ambientales. Según dicho documento, las condiciones ambientales se detectan mediante sensores en los vehículos. Dichos sensores pueden monitorizar tanto sistemas del vehículo como condiciones meteorológicas. Los datos ambientales locales se usan para determinar si existen unas condiciones ambientales particulares  
40 o peligros en la localización geográfica del vehículo. En caso afirmativo, se manda una notificación a los vehículos en los alrededores de la condición ambiental particular o peligro de cara a prevenir un posible accidente.

El documento de publicación de solicitud de Patente estadounidense US 2010/0245123 A1 da a conocer un método y un sistema para detectar condiciones de deslizamiento entre la rueda de un vehículo y la superficie de una carretera, procesar datos contemporáneos del vehículo, tales como par o presión de frenado aplicada, para determinar una fuerza de fricción y calcular un coeficiente de fricción. El coeficiente de fricción y la localización del deslizamiento son transmitidos a otros vehículos conduciendo en la proximidad del deslizamiento. Las transmisiones pueden ser utilizadas para notificar a los conductores de las condiciones de conducción resbaladizas en la ubicación actual o por delante del vehículo, y/o limitar el par y presión de frenado aplicados a las ruedas del vehículo para favorecer la tracción y evitar el deslizamiento.

10

El documento de publicación de solicitud de Patente estadounidense US 2016/0176408 A1 da a conocer un método, un aparato y un sistema para determinar datos de fricción de la superficie de la carretera para al menos un tramo mediante sensores y/o un mapa de fricciones de referencia para causar al menos una acción de respuesta. Según dicho documento, mediante sensores en los vehículos se determinan los valores de fricción vehículo-carretera y se genera un mapa con valores de fricción para distintos tramos de distintas carreteras. Mediante la comparación del cambio de fricción en el tramo de carretera con el valor de fricción en el mapa de fricciones de referencia, el sistema puede determinar una acción de respuesta. De manera preferente, el sistema dado a conocer por el documento US 2016/0176408 A1 está pensado para ser usado con vehículos autónomos o con vehículos con conducción altamente asistida. De manera preferente, la acción de respuesta en base a los cambios de fricción en un tramo dado, en caso de superarse un umbral preestablecido, consiste en pasar del modo de conducción autónomo al modo de conducción manual del vehículo.

15

20

Un problema común en los sistemas de la técnica actual consiste en que estiman el estado del pavimento de la carretera mediante sensores en el vehículo, y aunque estas estimaciones pueden llegar a ser bastante precisas, siguen siendo estimaciones no normalizadas. Con el sistema de la presente invención se modifican los parámetros de funcionamiento del vehículo en base a datos reales y normalizados del estado del pavimento, cosa que aumenta la precisión y robustez del sistema. Para ello, la presente invención da a conocer un sistema de control de un vehículo que comprende una célula inteligente con capacidad de almacenaje y transmisión de información del estado del pavimento y un módulo de control comprendido en un vehículo, en el que el módulo de control del vehículo modifica los parámetros de funcionamiento de dicho vehículo en función de la información transmitida por la célula inteligente.

25

30

Otra ventaja de la presente invención es que gracias al uso de parámetros normalizados del estado de la carretera, permite que los datos sean directamente comparables entre distintas carreteras, o distintos tramos de la misma, y permite evaluar la evolución del estado del firme de la carretera durante el paso del tiempo.

35

De manera preferente, la información del estado del pavimento comprende el coeficiente de rozamiento transversal (CRT) y/o el índice de regularidad internacional (IRI). De manera alternativa, la información del estado del pavimento comprende el coeficiente de rozamiento transversal (CRT), el índice de regularidad internacional (IRI) y/o el índice de fricción internacional (IFI). Otros parámetros

40

estandarizados y normalizados sobre el estado del pavimento también pueden ser usados con la presente invención.

5 Los valores de coeficiente de rozamiento transversal (CRT) e índice de regularidad internacional (IRI) son valores estandarizados, y por ejemplo, en España, se rigen por las normas UNE 41201:2010 IN (heredera de NLT-336/92) y NLT-330/98 respectivamente, supervisadas y/o elaboradas por la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) y el Centro de Estudios de Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) a petición de la Dirección General de Carreteras (Ministerio de Fomento), respectivamente. La medición de ambos valores es necesaria para la recepción  
10 de una carretera cuando se construye una nueva o se realizan intervenciones de mantenimiento sobre la superficie de rodadura de las ya existentes, y se vuelven a medir durante las campañas periódicas de auscultación y mantenimiento de la red viaria. Los valores de índice de fricción internacional (IRI) también son valores estandarizados y se rigen por la norma ASTM E 1960-07 (2015) elaborada por la *American Society of Testing Materials* o equivalentes.

15 En una realización, la célula inteligente con capacidad de almacenaje y transmisión de información del estado del pavimento está ubicada en un punto fijo respecto a dicho pavimento. De manera preferente, dicha célula inteligente está embebida en el asfalto. De manera alternativa, dicha célula inteligente está fijada cerca de la sección de rodadura de la carretera, en sitios tales como marcas viales, arcones,  
20 balizas, señales de tránsito, etc. y a una distancia tal que evite que se produzcan interferencias u otro tipo de problemas en las transmisiones de información entre los distintos elementos comprendidos en el sistema.

Según otro aspecto de la presente invención, también se da a conocer un método de colocación de al  
25 menos una célula inteligente en una carretera que comprende los pasos de: extender el asfalto o mezcla bituminosa, introducir al menos una célula inteligente en el asfalto o mezcla bituminosa y compactar el asfalto o mezcla bituminosa con la al menos una célula inteligente en su interior. Más en concreto, de manera ventajosa, las células inteligentes se embeben en el pavimento durante el asfaltado de las carreteras. Para ello, ventajosamente, se utiliza un brazo mecánico de inserción que introduce la célula  
30 inteligente tras la extendidora de mezcla en caliente y antes del paso del compactador. Alternativamente, la célula inteligente se sitúa en el pavimento durante el proceso de riego de imprimación de la capa subyacente. Terminado el proceso de compactado y enfriado de la mezcla bituminosa u asfalto la celda queda en una posición fija.

35 Aunque de manera preferente las células inteligentes sean embebidas en el pavimento durante el proceso de asfaltado o reasfaltado de la carretera, también es posible la colocación de dichas células inteligentes en pavimentos existentes.

Según otro aspecto de la presente invención, también se da a conocer un método de colocación de al  
40 menos una célula inteligente en una carretera que comprende los pasos de: realizar al menos un orificio en el pavimento de la carretera, introducir en el al menos un orificio su respectiva célula inteligente y tapar el al menos un orificio con la célula inteligente en su interior con mezcla asfáltica. Es decir, de manera preferente, se abre un hueco en el pavimento mediante sonda rotatoria y se introduce la célula

inteligente en dicho hueco, recubriéndose con posterioridad con mezclas de asfalto en frío o en caliente, según disponibilidad y circunstancias concretas de cada caso.

De manera preferente, las células inteligentes tienen un recubrimiento de un material resistente al calor (150 °C - 200 °C aproximadamente), a las agresiones químicas y a los esfuerzos mecánicos a los que puede verse sometida debajo del pavimento de la carretera. De manera aún más preferente, dicho recubrimiento está hecho de plástico termoestable.

En una realización, las células inteligentes presentan esencialmente dos mecanismos de funcionamiento independientes. En una realización preferente, las células inteligentes comprenden una estructura de material magnético, o similar, grabable o polarizable capaz de almacenar la información de, al menos, los valores de CRT e IRI o similar. Los valores de CRT, IRI y/o IFI para una carretera dada, o tramo de ella, almacenados en una célula inteligente serán los últimos disponibles y podrán ser periódicamente actualizados mediante medios terrestres o aéreos; por ejemplo, drones; equipados con una unidad de transmisión de información. De manera preferente, las células inteligentes comprenden un sistema encargado de proporcionar energía para poder efectuar la transmisión de la información. Para ello, de manera preferente, se utilizan materiales piezoeléctricos o de otra índole capaces de generar impulsos eléctricos como respuesta a las vibraciones o tensiones mecánicas producidas por los vehículos. En una realización preferente, las células inteligentes comprenden un mecanismo pasivo de transmisión por radiofrecuencia que responde a la excitación producida por el módulo de control comprendido en los vehículos, de manera similar al funcionamiento de las etiquetas RFID pasivas.

En una realización, las células inteligentes comprenden un transceptor embebido en ellas que emite y recibe ondas electromagnéticas con un protocolo específico que asegura la comunicación con un algoritmo de encriptación basado en codificación de bits. En una realización, el módulo de control comprendido en un vehículo y la unidad de control para un tramo de carretera descifran la información recibida de las células inteligentes.

En una realización, el sistema calcula un Coeficiente de Seguridad Global que es función del coeficiente de rozamiento, del índice de regularidad internacional, de la posición y del tiempo. En una realización, el sistema calcula un Coeficiente de Seguridad Global que es función del coeficiente de rozamiento, del índice de regularidad internacional, del índice de fricción internacional, de la posición y del tiempo. De manera ventajosa, el módulo de control comprendido en un vehículo modifica los parámetros de funcionamiento de dicho vehículo en función de dicho Coeficiente de Seguridad Global.

En una realización, el sistema adicionalmente comprende una unidad de control para un tramo de carretera. En una realización ventajosa, el sistema dispone de una unidad de control para cada uno de una pluralidad de tramos de carretera.

En una realización, el sistema dispone de una célula inteligente para cada uno de los tramos de carretera.

En una realización, el cálculo del Coeficiente de Seguridad Global se realiza en una célula inteligente. En dicho caso, la célula inteligente que realiza dicho cálculo actúa como maestra y el resto de células, en caso de existir, actúan como esclavas de la maestra. En una realización alternativa, el cálculo del Coeficiente de Seguridad Global se realiza en una unidad de control de un tramo de carretera. En otra  
5 realización alternativa, el cálculo del Coeficiente de Seguridad Global se realiza en un módulo de control comprendido en un vehículo.

En una realización, el conductor del vehículo recibe una advertencia cuando se circula por un tramo en que el Coeficiente de Seguridad Global, el CRT, el IRI y/o el IFI puedan representar un peligro para la  
10 circulación de dicho vehículo, es decir, cuando se incrementa el riesgo de accidente, el conductor es informado para que pueda actuar al respecto.

En una realización preferente, se dispone de una célula inteligente y de una unidad de control para cada uno de los tramos de carretera, es decir, cada tramo de carretera dispone de una célula inteligente y de  
15 una unidad de control. Dado que las características del pavimento de una carretera no son uniformes a lo largo de ella, es especialmente ventajoso el hecho de poder adaptar el comportamiento del vehículo a cada tramo de carretera. En una realización aún más preferente, se dispone de una célula inteligente por tramo y por carril de la carretera. Esto permite disponer con mayor precisión del estado real del  
20 pavimento, puesto que para un mismo tramo de carretera, distintos carriles pueden tener distintos estados de conservación, y como consecuencia, distintos valores de COF, IRI y/o IFI, que a su vez derivará en distintos valores de Coeficiente de Seguridad Global.

En una realización ventajosa, se calcula un Coeficiente de Seguridad Global para cada uno de los tramos de carretera.  
25

En una realización, en caso de producirse, el sistema notifica al usuario del vehículo la presencia de peligros venideros. Es decir, el sistema además de modificar los parámetros de funcionamiento del vehículo en función del estado de la carretera del tramo por el que circula y los tramos venideros, también es capaz de notificar al conductor, copiloto y resto de acompañantes la presencia de algún tipo  
30 de peligro inminente en el tramo por el que circulan o de algún peligro en los tramos venideros.

De manera ventajosa, las unidades de control de tramo están conectadas entre sí formando una red de área local (LAN por sus siglas en inglés).

35 De manera ventajosa, el vehículo comprende una red estructurada compuesta por distintas unidades conectadas entre sí mediante, de manera preferente, puertas de enlace de seguridad ("security gateways" en inglés) que recopilan información y/o transfieren instrucciones y/o información de los cuatro dominios principales de sensores, actuadores y unidades de diagnóstico del vehículo. De manera preferente, los cuatro dominios principales son los siguientes:

40

1. Unidad de dominio de la cabina. Preferentemente, incluye el control y el diagnóstico de todo el interior del coche, incluyendo acceso a, entre otros, el infoentretenimiento, pantallas de la consola central y de la cabina, unidades de control de los asientos y sensores. Posee

información de los motores y actuadores que posicionan los subsistemas del coche (dirección, retrovisores, asientos, consola, etc.) y los sensores que proveen información de la posición, temperatura, humedad, biométrica de los ocupantes (parpadeo de los ojos, temperatura corporal, pulso cardíaco, frecuencia respiratoria, movimientos, etc.). También recibe a través de un puerto de comunicaciones información de los limpiaparabrisas, sistemas de iluminación y sistemas de sonido, unidad de control del aire acondicionado, airbags, cerraduras de las puertas, unidades de control de las ventanas y puede comunicarse con una pantalla de visualización “cabeza arriba” (Head-up display o HUD, por sus siglas en inglés) y el sistema de conectividad.

10

2. Unidad de dominio del chasis. Preferentemente, incluye control de los actuadores y sensores del chasis (suspensión, sistema de frenado, sistemas avanzados de ayuda a la conducción, radares para la detección de peatones, control de crucero activo, etc.). Controla las puertas y asegura la estabilidad del vehículo y su tracción.

15

3. Unidad de dominio de la cadena cinemática. Preferentemente, incluye unidades de control para la gestión del motor, para el sistema de cambio de marchas, para supervisar el rendimiento de frenado y el perfil de tracción de las ruedas, etc.

20

4. Unidad telemática y de infoentretenimiento. Preferentemente, incluye un ordenador personal embebido y telemática (3G, 4G, 5G, Bluetooth, etc.) para enviar y recibir información en el vehículo y procesar una interfaz de usuario. Dicho ordenador personal incluye un sistema de advertencia y monitorización en el que se mostrará información acerca del estado de las carreteras según el CRT, IRI y/o IFI esperados y según un sistema predictivo, siendo dicho sistema predictivo un algoritmo que mantiene informado al usuario del vehículo acerca de, entre otros, el estado de la carretera, estado del coche, acciones propuestas en relación con la seguridad e información relevante respecto a la seguridad.

25

De manera ventajosa, los cuatro dominios anteriormente mencionados están coordinados a través de una puerta de enlace central (“central gateway” en inglés) encargada de enlazar la información de los dominios y coordinar las prioridades de los mensajes entre dominios ya que el control de cada uno de los dominios se realiza por el controlador de dominio de que disponen cada uno de ellos.

30

En una realización, la red de área local puede recibir en tiempo real los datos de cambios y ajustes en los dominios de los vehículos debidos a situaciones inesperadas y a las decisiones autónomas del sistema para adaptar el funcionamiento del vehículo a dicha situaciones inesperadas. Estos datos, pueden ser tratados estadísticamente para poder desarrollar estrategias de mantenimiento preventivo de carreteras. Dicho tratamiento estadístico puede realizarse en servidores externos, en realizaciones que disponen de ellos.

35

40

De manera preferente, la red estructurada descrita anteriormente tiene acceso a información acerca de, al menos, estado del vehículo, información contextual, estado de la carretera y estado de los ocupantes de cara a calcular la matriz de vectores para alimentar los algoritmos predictivos. Dichos algoritmos

predictivos comprenden un algoritmo de agregación temporal, un algoritmo de predicción temporal y un algoritmo hipervisor.

5 En una realización, el módulo de control comprendido en un vehículo ejecuta un algoritmo de agregación temporal y un algoritmo de predicción temporal.

10 En una realización preferente, el sistema adicionalmente comprende un servidor externo que ejecuta un algoritmo de aprendizaje automático en base a los datos históricos para el cálculo del Coeficiente de Seguridad Global, es decir, dicho servidor externo ejecuta un algoritmo hipervisor que mediante aprendizaje automático basado en los datos históricos, es capaz de modificar el algoritmo de agregación temporal y el algoritmo de predicción temporal. En una realización aún más preferente, el algoritmo de aprendizaje automático adicionalmente considera las preferencias de los ocupantes y el estado de dichos ocupantes y del vehículo.

15 En una realización, el algoritmo de agregación temporal recolecta la información escalar de parámetros de los distintos dominios haciendo que la puerta de enlace busque la información disponible en el dominio dedicado. El vector se agrega en series de bits y tiempo:  $Vt_1$  ( $Da_{1-1}, Da_{1-2}, \dots, Db_{1-1}, Db_{1-2}, \dots$ ),  $Vt_2$  ( $Da_{2-1}, Da_{2-2}, \dots, Db_{2-1}, Db_{2-2}, \dots$ ),  $Vt_n$  ( $Da_{n-1}, Da_{n-2}, \dots, Db_{n-1}, Db_{n-2}, \dots$ ). Dicho algoritmo de agregación crea, basada en el tiempo, una matriz de estados para los distintos dominios  $MD_{tn}$  ( $Vt_1, Vt_2, Vt_3, \dots, Vt_n$ ). De manera preferente, la matriz de agregación se almacena en una memoria volátil para permitir una posterior computación y es procesada según una estrategia "primero en entrar, primero en salir" (o FIFO por sus siglas en inglés) a no ser que se detecte una interrupción en alguna misión crítica para la seguridad. La detección de una misión crítica para la seguridad de la matriz se realiza en un encabezado reportado por tiempo, siendo este encabezado un espejo del diagnóstico del dominio y  
20 simplemente estando un dominio por debajo de dicha situación el sistema interrumpe el bucle de predicción para el modo de programación degradado preestablecido en la memoria de las unidades con el fin de maximizar la seguridad.

30 De manera preferente, el algoritmo de agregación temporal es ejecutado en el módulo de control embebido en el vehículo. Sin embargo, otras realizaciones en que dicho algoritmo de agregación temporal es ejecutado en la unidad de control de tramo, el servidor externo o la célula inteligente también son posibles.

35 En una realización, el algoritmo de predicción temporal incluye una unidad de preprocesamiento que filtra ruido anormal en las señales de entrada y automáticamente rechaza cualquier petición de procesamiento que incluya un encabezado de seguridad y reporta de vuelta al modo de programación degradado, pudiendo informar a la red de área local de dichos sucesos para su uso estadístico en mantenimiento preventivo. En una realización, el sistema está también compuesto por un predictor de series temporales entrenado por adelantado para conducir ciclos estándar y con capacidad para  
40 aprender y/o actualizarse en base a la experiencia debido a las capacidades adaptativas del algoritmo. En una realización, dicho algoritmo puede estar basado en redes neuronales recurrentes, tales como modelos usados para el reconocimiento del habla, memorias con procesos de aprendizaje asociados basados en gradientes o similares, etc. En una realización, el sistema procesa las predicciones de la

siguiente manera: cuando un vector de entrada llega, éste es presentado a la capa neuronal de entrada después de una técnica de preprocesado que está estructurada en series para acomodar la entrada de la matriz  $t_1, t_2, \dots, t_n$  para un tiempo de muestreo dado, generalmente de 2 a 100 ms, aunque otros tiempos de muestreo también son posibles. Posteriormente, la unidad calcula los vectores de transición internos basados en pesos entrenados para proporcionar, después de ciclos recurrentes, la salida de la matriz de series  $t_{n+1}, t_{n+2}, \dots, t_{n+m}$  con una probabilidad de evento que es calculada comparando el vector de salida con el mejor vector de la secuencia de aprendizaje para un contexto dado y segmentado por casos de uso ( $P_{tn} = f(\text{matrixout } t_n, \text{matrixout } t_{n-1}, \text{matrixref\_use caseout } t_n, \text{matrixref\_use caseout } t_{n+1}, \text{matrixref\_use caseout } t_{n-1})$ ).

10

De manera preferente, el algoritmo de predicción temporal es ejecutado en la unidad de control de tramo. Sin embargo, otras realizaciones en que dicho algoritmo de predicción temporal es ejecutado en el servidor externo, el módulo de control del vehículo o la célula inteligente también son posibles.

15 En una realización, el algoritmo hipervisor ejecuta procesos de aprendizaje profundo para clasificar y aprender sobre comportamientos del usuario final y acciones de respuesta en base a datos históricos. Dicho algoritmo hipervisor es un algoritmo conectado, a través de telemática de carretera, a los vectores de la carretera, es decir, a la información del coche, al estado de los ocupantes y a las acciones propuestas. Además, dicho algoritmo hipervisor recibe el estado de las series temporales y almacena  
20 registros de datos de cara a aprender la efectividad de las acciones tomadas por ocupante y coche para una configuración dada de contexto y área de carretera. De manera preferente, este algoritmo también crea un patrón de conducta anonimizado y vinculado al rendimiento y características del vehículo, contexto de las condiciones de la carretera y estado de los ocupantes. De manera preferente, la efectividad debería estar por encima del 80% y, consecuentemente, el algoritmo hipervisor demanda al  
25 algoritmo de predicción temporal que se recalibre en caso de estar por debajo de dicho valor umbral basado en la nueva percepción de las contramedidas adecuadas, que están parametrizadas por los dominios y vectores vistos anteriormente.

De manera preferente, el algoritmo hipervisor es ejecutado en el servidor externo. Sin embargo, otras  
30 realizaciones en que dicho algoritmo hipervisor es ejecutado en la unidad de control de tramo, el módulo de control del vehículo o la célula inteligente también son posibles.

En una realización, las acciones a ser realizadas por el sistema de cara a anticipar y/o tomar contramedidas según los eventos previstos en base a los vectores definidos anteriormente, pueden  
35 clasificarse en, al menos, tres grandes grupos:

- advertencia,
- seguridad
- bienestar y confort.

40

De manera preferente, las acciones de advertencia están basadas en la matriz pronosticada de eventos y su probabilidad. El algoritmo hospedado en una unidad de control conectada a la red embebida recibe como entrada el resultado del algoritmo predictivo y confirma el estatus del órgano en la etapa  $t_n$  de los

dominios. Este algoritmo propone al sistema de interfaz de usuario del coche (pantalla, sonido, vibración, etc.) proponer advertencias y requerir confirmación por parte del conductor para diferentes acciones. El sistema proporciona las acciones pronosticadas a las unidades embebidas en los diferentes dominios de cara a anticipar la siguiente actuación.

5

De manera ventajosa, las acciones de seguridad están focalizadas en la seguridad de los ocupantes del vehículo y están basadas en:

- cabina y preposicionamiento de los asientos;
- 10 - suspensión y tracción respecto al preposicionamiento de los ocupantes.

En una realización, las acciones de seguridad basadas en la cabina y el preposicionamiento de los asientos siguen los siguientes pasos:

- 15 i) El sistema recopila información procedente de los controladores de dominio acerca de la posición de los objetos próximos al ocupante (asiento, ruedas, consola, pedales, etc.). Dicha información de la posición puede ser provista por los sensores en forma de posición absoluta o relativa.
- 20 ii) El sistema recibe de los asientos y de la cabina mediante sensores biométricos información del estado de los ocupantes, tal como: pulso cardíaco, frecuencia respiratoria, monitorización de la implicación mental del conductor y resto de ocupantes, somnolencia, cinetosis, orientación de los ocupantes en relación con la esfera de seguridad, etc.
- 25 iii) El sistema tiene memorizado para cada ocupante y vehículo la parametrización de las condiciones de contorno de seguridad, las cuales están basadas en ciclos de conducción y preferencias, estado del ocupante y contexto de manera que se pueda entender la diferencia respecto la posición objetivo y estado actual.
- 30 iv) El sistema usa la información suministrada por los sistemas de diagnóstico, el posible estado previsto en base al estado de la carretera, etc. para proporcionar una acción de respuesta y al mismo tiempo informar al usuario.
- v) El sistema pretensiona o acomoda los componentes de seguridad pasiva.
- 35 vi) El sistema preposiciona el asiento y la cabina en relación con las condiciones de contorno parametrizadas de seguridad del ocupante y envía instrucciones a los controladores de dominio para ajustar el asiento y resto de objetos internos del vehículo en la posición preestablecida para ese determinado contexto.
- 40 vii) El sistema gestiona la energía para tener disponible la entrega de potencia para una acción de seguridad.

En una realización, las acciones de seguridad basadas en la suspensión y en la tracción respecto al preposicionamiento de los ocupantes siguen los siguientes pasos:

- 5 i) El sistema prepara para dichas condiciones la suspensión y la altura relativa del vehículo respecto la carretera y la acción de respuesta, por ejemplo, ablandar la suspensión si el ocupante está bebiendo y el IRI es bajo, endurecer la suspensión si el conductor ha seleccionado el modo de conducción deportiva y el CRT, IRI y/o IFI lo permiten, etc.
- 10 ii) El sistema compromete acciones de recuperación de los usuarios si el estado previsto de la carretera y las condiciones de contexto muestran que habrá la necesidad de prestar especial atención para evitar un accidente, como por ejemplo, una carretera con nulo o deficiente mantenimiento, a temperaturas extremadamente bajas, circulando el vehículo a gran velocidad y estando los ocupantes somnolientos. En el caso del citado ejemplo, el sistema podría iniciar programas de masaje a través de sistemas neumáticos en el asiento o creando una vibración
- 15 en el volante mediante actuadores específicos, etc. Estas acciones son realizadas por el dominio que se corresponde con la función.

De manera preferente, las acciones de bienestar y confort tienen como objetivo evitar la cinetosis y aumentar el confort evitando perfiles de aceleraciones indeseadas.

20

En una realización, las acciones de bienestar y confort que tienen como objetivo evitar la cinetosis siguen los siguientes pasos:

- 25 i) El sistema busca y/o monitoriza las condiciones de contorno parametrizadas de confort de los ocupantes y prepara sus transiciones en base a los nuevos estados previstos.
- 30 ii) Cuando el sistema prevé que se producirá cinetosis (mediante análisis biométrico, análisis de temperatura, análisis de la inercia y vibraciones captadas por los sensores en el asiento y/o cabina, previsión del CRT, IRI y/o IFI del pavimento con respecto a las aceleraciones internas y contexto para el aprendizaje automático para hábitos recientemente hechos, como por ejemplo, comidas copiosas, etc.) el sistema realiza contramedidas tales como, por ejemplo, requerir la atención fija del conductor, introducir aire fresco en el habitáculo a la vez que se reduce la temperatura de éste, incrementar el caudal de ventilación, etc.

35 En una realización, las acciones para aumentar el confort evitando perfiles de aceleraciones indeseadas siguen los siguientes pasos:

- 40 i) El sistema entiende el estado de confort y pronostica la diferencia entre el estado de confort y las tendencias y necesidades futuras de los ocupantes, proponiendo así contramedidas (posicionar los asiento para mitigar los efectos de aceleraciones centrífugas o fuerzas g no deseadas, etc.).

- ii) El sistema prepara la suspensión de cara a evitar estados incómodos por ejemplo, al leer, o beber y/o comer en condiciones en que el vehículo funciona de manera autónoma.
- iii) El sistema es capaz de ordenar a los dominios que creen atmósferas interiores específicas (luz, temperatura, sonido, etc.) en base a los siguientes eventos pronosticados en base a los informes de condiciones de la carretera, contexto y estado de los ocupantes, el modo de viaje seleccionado por el conductor o pasajeros (carretera bacheada, "quiero dormir", etc.), etc.

En una realización, el módulo de control del vehículo adicionalmente considera el estado de los ocupantes y el estado del vehículo para modificar los parámetros de funcionamiento del vehículo.

De manera preferente, el sistema puede usarse en carreteras y/o superficies aeroportuarias, tales como pistas aéreas, pavimentadas con asfalto o mezclas bituminosas. De manera alternativa, el sistema puede usarse en carreteras pavimentadas con cemento, hormigón u otro tipo de materiales aptos para ser usados en la pavimentación de carreteras.

En este documento se entiende por Coeficiente de Rozamiento Transversal (CRT) lo establecido por la norma UNE 21201:2010 IN elaborada por la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) o normas equivalentes. En este documento se entiende por Índice de Regularidad Internacional (IRI) lo establecido por la norma NLT-330/98 elaborada por el Centro de Estudios de Experimentación de Obras Públicas o normas equivalentes. En este documento se entiende por Índice de Fricción Internacional (IFI) lo establecido por la norma ASTM E 1960-07 (2015) elaborada por la *American Society of Testing Materials* o normas equivalentes. En este documento las expresiones "unidad de control de un tramo de carretera" y "unidad de control de tramo" son equivalentes e intercambiables. En este documento, las expresiones "célula inteligente con capacidad de almacenaje y transmisión de información del estado del pavimento" y "célula inteligente" se usan de forma equivalente e intercambiable.

Para su mejor comprensión se adjuntan, a título de ejemplo explicativo pero no limitativo, unos dibujos representativos de una realización del sistema de control de un vehículo objeto de la presente invención.

- La figura 1 es una vista esquemática de un primer ejemplo de realización de un sistema de control de un vehículo según la presente invención.
- La figura 2 es una vista esquemática en perspectiva de un segundo ejemplo de realización de un sistema de control de un vehículo según la presente invención.
- La figura 3 es una vista esquemática en perspectiva de un tercer ejemplo de realización de un sistema de control de un vehículo según la presente invención.
- La figura 4 es una vista esquemática de una carretera dividida en tramos según la presente invención.

- La figura 5 es un esquema de funcionamiento del tercer ejemplo de realización del sistema de control de un vehículo según la figura 3.
- La figura 6 es un esquema de funcionamiento de un cuarto ejemplo de realización de un sistema de control de un vehículo según la presente invención.
- La figura 7 es una vista esquemática en alzado de un primer método de colocación de las células inteligentes en el pavimento de una carretera según la presente invención.
- La figura 8 es una vista esquemática en alzado y en parte seccionado de un segundo método de colocación de las células inteligentes en el pavimento de una carretera según la presente invención.

En las figuras, elementos iguales o equivalentes han sido identificados con idénticos numerales.

- La figura 1 muestra de manera esquemática un primer ejemplo de realización de un sistema de control de un vehículo según la presente invención. En la realización mostrada en dicha figura, la célula inteligente -20- almacena los valores de CRT e IRI de la carretera -2- y es la encargada de calcular el Coeficiente de Seguridad Global y transmitirlo al módulo de control -10- comprendido en el vehículo -1- que circula por la carretera -2-. En base a dicho Coeficiente de Seguridad Global, el módulo de control -10- modificará los parámetros de funcionamiento de dicho vehículo -1-.

La figura 2 muestra de manera esquemática un segundo ejemplo de realización de un sistema de control de un vehículo según la presente invención. Como se puede apreciar fácilmente, la principal diferencia entre el primer y segundo ejemplo de realización radica en que el segundo ejemplo de realización adicionalmente comprende una unidad de control -3- de tramo de carretera.

En la realización mostrada, la célula inteligente -20- transmite la información del estado del pavimento, en este caso CRT e IRI, a la unidad de control -3- de tramo y dicha unidad de control -3- es la encargada de calcular el Coeficiente de Seguridad Global del tramo en que está ubicado y de transmitirlo al módulo de control -10- comprendido en el vehículo -1-. En dicha realización, la célula inteligente -20- también sería capaz de calcular y transmitir el Coeficiente de Seguridad Global al módulo de control -10- comprendido en el vehículo -1- en caso de avería de la unidad de control -3-.

La figura 3 muestra de manera esquemática un tercer ejemplo de realización de un sistema de control de un vehículo según la presente invención. Dicho tercer ejemplo de realización añade respecto al segundo, mostrado en la figura 2, un servidor externo -4- al cual está conectado la unidad de control -3- de tramo. Dicho servidor externo -4- es lo que popularmente se conoce como nube. Dicho servidor externo -4- o nube ejecuta un algoritmo de aprendizaje automático que, en base a los datos históricos de estado de la carretera, comportamiento de los usuarios, acciones de respuesta, etc., es capaz de recalibrar el algoritmo de predicción temporal que, en la realización mostrada, es ejecutado en la unidad de control -3-.

- La figura 4 muestra una vista esquemática de una carretera dividida en tramos según la presente invención. En esta figura se aprecia como, al circular por la carretera, el vehículo -1- va atravesando los distintos tramos -2A-, -2B-, -2C-, -2D-, -2E-, -2F- de ésta. Para cada tramo el sistema calcula un Coeficiente de Seguridad Global distinto, de manera que se modifica los parámetros de funcionamiento del vehículo en función del estado del pavimento en cada tramo. Es importante mencionar que en la presente invención los datos del estado del pavimento son datos reales, no estimados, y estandarizados. Además, tal como se ha comentado con anterioridad, existen realizaciones que para la determinación de los parámetros de funcionamiento óptimos para cada tramo -2A-, -2B-, -2C-, -2D-, -2E-, -2F- de carretera también toman en consideración el estado de los ocupantes (cansancio, pulso cardíaco, frecuencia respiratoria, temperatura, etc.) así como las preferencias de éstos (conducción deportiva, conducción para descansar, etc.). Este tipo de realizaciones más avanzadas o completas son especialmente ventajosas para ser usadas en combinación con vehículos de conducción autónoma o altamente asistida, aunque también es posible usarlas con vehículos convencionales.
- La figura 5 muestra de manera esquemática el funcionamiento del tercer ejemplo de realización mostrado en la figura 3. En ella se representa como las distintas unidades de control -3-, -3'-, -3''-, -3'''- de tramo están interconectados formando una red de área local. En la realización mostrada, la comunicación entre las distintas unidades de control -3-, -3'-, -3''-, -3'''- de los distintos tramos de carretera es de carácter bidireccional. Como se observa, las unidades de control -3-, -3'-, -3''-, -3'''- se comunican con el vehículo -1-, para que el módulo de control embebido en éste (no mostrado en esta figura) ajuste los parámetros de funcionamiento del vehículo al estado de la carretera. En esta figura también se ha ilustrado como las unidades de control de tramo están conectadas al servidor externo -4- o nube que, en esta realización, es encargado de ejecutar el algoritmo hipervisor.
- En la figura 5, para facilitar la comprensión y reducir la complejidad del esquema de funcionamiento, no se han representado las células inteligentes. Según lo explicado anteriormente, debe entenderse que estas están en comunicación con las unidades de control -3-, -3'-, -3''-, -3'''- y con el vehículo, más en concreto, con el módulo de control embebido en él (no representado en esta figura).
- La figura 6 muestra de manera esquemática el funcionamiento de un cuarto ejemplo de realización de un sistema de control de un vehículo según la presente invención. En esta realización, el sistema además del Coeficiente de Seguridad Global calculado en las unidades de control -3-, -3'-, -3''- de tramo a partir del estado del pavimento transmitido por las células inteligentes -20A-, -20B-, -20A'-, -20B'-, -20A''-, -20B''-, también considera el estado y/o las preferencias del usuario -5- de cara a determinar los parámetros de funcionamiento del vehículo -1-. El usuario -5- puede ser el conductor del vehículo -1-, el copiloto, los acompañantes o la totalidad de ellos. En esta realización, el usuario -5- puede recibir advertencias de peligros venideros. En dicha realización, el sistema, además de buscar la seguridad de los ocupantes del vehículo, también puede buscar el confort de dichos ocupantes. Para ello, el vehículo y el sistema tiene acceso a los sensores que proporcionan información biométrica de dichos ocupantes y a las preferencias almacenadas de dichos ocupantes.

En las figuras 1 a 3 la célula inteligente -20-, con fines ilustrativos, se ha representado en la superficie de la carretera -2- aunque, en realidad, de manera preferente dicha célula inteligente se encuentra embebida en el pavimento de la carretera -2-.

- 5 Todas las transmisiones de información mostradas en las figuras anteriores, sean de forma alámbrica o inalámbrica, se podrán realizar de forma encriptada, de manera que se asegure que nadie podrá interceptar y/o modificar la información transmitida. Esto es de especial relevancia dado que la información transmitida será importante de cara a la seguridad vial y, consecuentemente, a la seguridad de las personas.

10

Si bien los ejemplos de realización mostrados en las figuras anteriores evalúan el estado del pavimento de la carretera en base al coeficiente de rozamiento transversal (CRT) y al índice de regularidad internacional (IRI) de un tramo de dicha carretera, otras realizaciones de la presente invención que adicionalmente consideren el índice de fricción internacional (IFI) de dicho tramo o equivalentes también son posibles. Aunque la precisión del sistema disminuiría, también son posibles realizaciones que solamente consideren uno de los anteriormente mencionados parámetros, es decir, o solamente consideran el CRT o solamente consideran el IRI o solamente consideran el IFI. El sistema objeto de la presente invención también puede usarse con otros parámetros normalizados referentes al estado superficial del pavimento o superficie de rodadura de la carretera.

15

20

La figura 7 es una vista esquemática de un primer método de colocación de las células inteligentes en el pavimento de una carretera según la presente invención. Este método consiste en embeber las células inteligentes -20-, -20', -20''- en el pavimento durante el asfaltado del mismo. Para ello, la extendidora -200- de mezcla en caliente dispone de un brazo mecánico de inserción que introduce la célula inteligente en el asfalto o mezcla bituminosa tras la extendidora -200- y antes del paso del compactador -100-. Una vez la compactadora pasa por encima de las células inteligentes -20-, -20', -20''-, el asfalto o mezcla bituminosa queda perfectamente compactada y alisada y las células inteligentes -20-, -20', -20''- quedan ubicadas en su respectivo sitio. Es importante notar que debido a las temperaturas del asfalto o mezcla bituminosa tras su paso por la extendidora -200-, así como las presiones que debe soportar cuando el compactador -100- pasa por encima de ellas, las células inteligentes -20-, -20', -20''- deben estar hechas de materiales resistentes al calor (unos 150 °C - 200 °C aproximadamente) y a las agresiones químicas y con una resistencia mecánica adecuada. En la realización mostrada en esta figura el revestimiento de las células inteligentes está hecho de plástico termoestable.

25

30

35

Con el numeral -300- se ha representado al volquete encargado de suministrar la mezcla bituminosa o asfalto a la compactadora -200-.

40

La figura 8 es una vista esquemática de un segundo método de colocación de las células inteligentes en el pavimento. Dicho segundo método de colocación está especialmente pensado para las carreteras ya existentes que, porqué el asfalto se encuentra aún en buen estado u otras razones técnicas y/o económicas, no deben ser reasfaltadas. En este caso, se dispone de una sonda rotatoria -400- que mediante una herramienta de corte -410- cilíndrica hace un agujero en el pavimento de la carretera -2- existente. La profundidad de dicho agujero es tal que no impida la transmisión de la información de la

célula inteligente -20- al vehículo y resto de elementos que conforman el sistema y que ya han sido detallados con anterioridad. Una vez la célula inteligente -20- ha sido colocada en el sitio adecuado, se tapa el agujero con mezcla asfáltica en frío o en caliente, según disponibilidad y circunstancias concretas de cada caso.

5

En las figuras mostradas, la capa de rodadura de la carretera -2- está hecha de mezcla bituminosa en caliente (HMA por sus siglas en inglés). Sin embargo, también son posibles otras realizaciones en que dicha capa de rodadura está hecha de mezclas bituminosas distintas del asfalto, cemento, hormigón u otros materiales aptos para la pavimentación de carreteras.

10

Si bien en las realizaciones mostradas en las figuras anteriores las células inteligentes están embebidas en el asfalto, otras realizaciones en que las células inteligentes están fijadas cerca de la sección de rodadura de la carretera, en sitios tales como marcas viales, arcenes, señales de tránsito, etc., también son posibles. Para la fijación de las células inteligentes a las señales de tránsito, arcenes, etc. pueden usarse tanto medios de fijación permanentes como no permanentes.

15

Si bien la invención se ha presentado y descrito con referencia a realizaciones de la misma, se comprenderá que éstas no son limitativas de la invención, por lo que podrían ser variables múltiples detalles constructivos u otros que podrán resultar evidentes para los técnicos del sector después de interpretar la materia que se da a conocer en la presente descripción, reivindicaciones y dibujos. En particular, en principio y salvo que explícitamente se exprese lo contrario, todas las características de cada una de las diferentes realizaciones y alternativas mostradas y/o sugeridas son combinables entre sí. Así pues, todas las variantes y equivalentes quedarán incluidas dentro del alcance de la presente invención si se pueden considerar comprendidas dentro del ámbito más extenso de las siguientes reivindicaciones.

25

REIVINDICACIONES

1. Sistema de control de un vehículo caracterizado por que comprende:
- 5       - una célula inteligente con capacidad de almacenaje y transmisión de información del estado del pavimento  
       - un módulo de control comprendido en un vehículo
- y por que el módulo de control del vehículo modifica los parámetros de funcionamiento de dicho vehículo
- 10       en función de la información transmitida por la célula inteligente.
2. Sistema, según la reivindicación 1, caracterizado por que la información del estado del pavimento comprende el coeficiente de rozamiento transversal (CRT) y/o el índice de regularidad internacional (IRI).
- 15       3. Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que calcula un Coeficiente de Seguridad Global que es función del coeficiente de rozamiento, del índice de regularidad internacional, de la posición y del tiempo.
- 20       4. Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que adicionalmente comprende una unidad de control de un tramo de carretera.
5. Sistema, según la reivindicación 4, caracterizado por que se dispone de una unidad de control para cada uno de una pluralidad de tramos de carretera.
- 25       6. Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que adicionalmente comprende un servidor externo que ejecuta un algoritmo de aprendizaje automático en base a los datos históricos para el cálculo del Coeficiente de Seguridad Global.
- 30       7. Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el cálculo del Coeficiente de Seguridad Global se realiza en una célula inteligente.
8. Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el cálculo del Coeficiente de Seguridad Global se realiza en una unidad de control de un tramo de carretera.
- 35       9. Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se dispone de una célula inteligente para cada uno de los tramos de carretera.
10. Sistema, según la reivindicación 5 u 8, caracterizado por que se calcula un Coeficiente de Seguridad
- 40       Global para cada uno de los tramos de carretera.

11. Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el módulo de control del vehículo adicionalmente considera el estado de los ocupantes y el estado del vehículo para modificar los parámetros de funcionamiento del vehículo.
- 5 12. Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la célula inteligente con capacidad de almacenaje y transmisión de información del estado del pavimento está ubicada en un punto fijo respecto a dicho pavimento.
- 10 13. Sistema, según la reivindicación 12, caracterizado por que dicha célula inteligente está embebida en el asfalto.
14. Método de colocación de al menos una célula inteligente perteneciente a un sistema según la reivindicación 13, caracterizado por que comprende los pasos de:
- 15 - Extender el asfalto o mezcla bituminosa
- Introducir al menos una célula inteligente en el asfalto o mezcla bituminosa
- Compactar el asfalto o mezcla bituminosa con la al menos una célula inteligente en su interior
15. Método de colocación de al menos una célula inteligente perteneciente a un sistema según la reivindicación 13, caracterizado por que comprende los pasos de:
- 20 - Realizar al menos un orificio en el pavimento de la carretera
- Introducir en el al menos un orificio su respectiva célula inteligente
- Tapar el al menos un orificio con la célula inteligente en su interior con mezcla asfáltica.

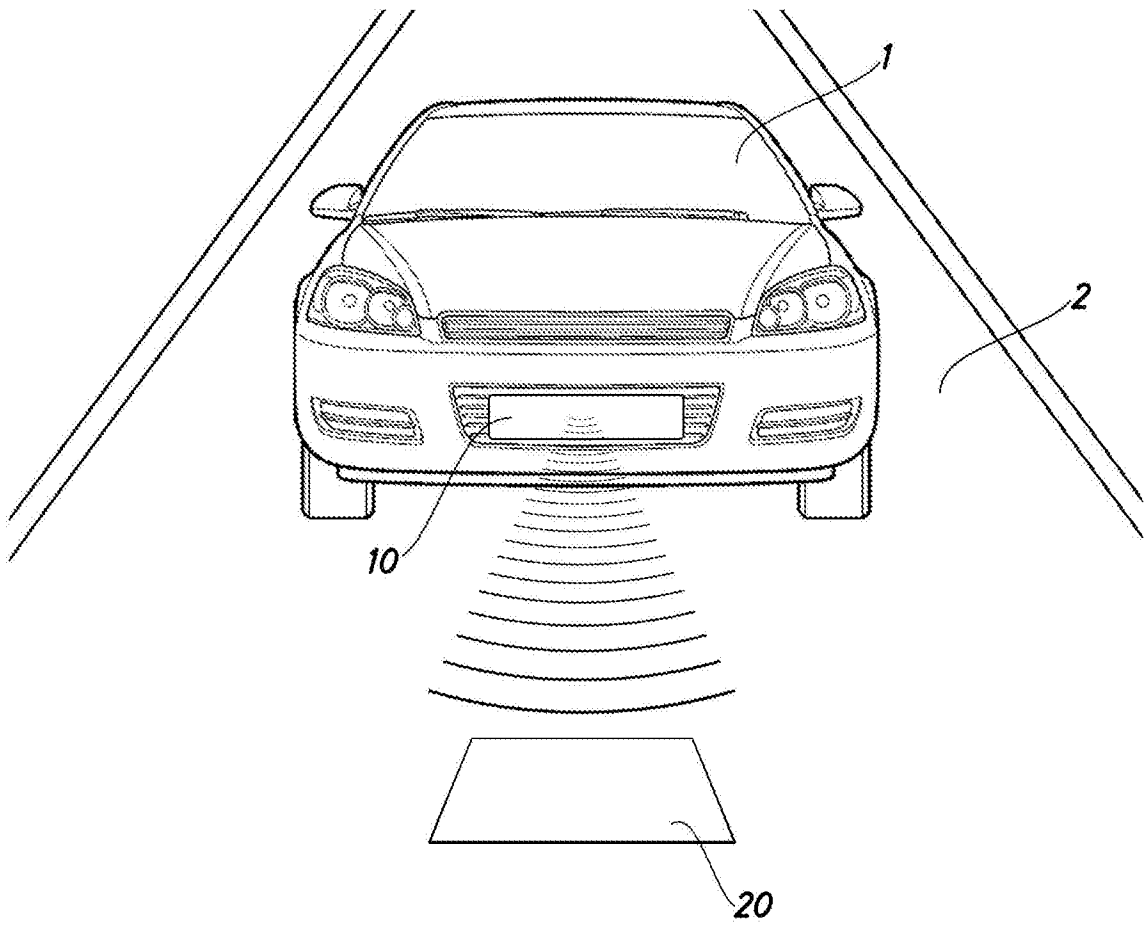


Fig.1

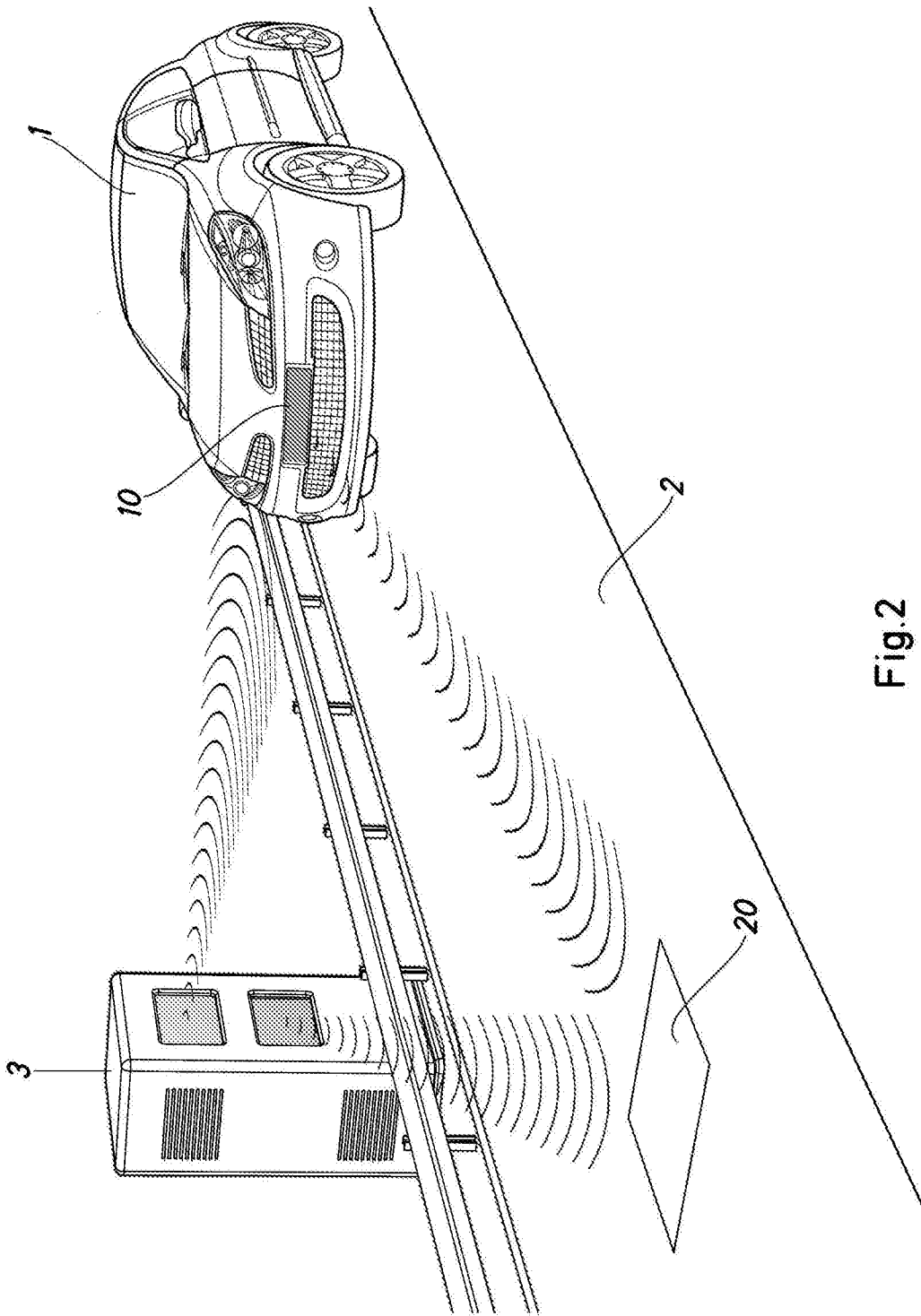


Fig.2

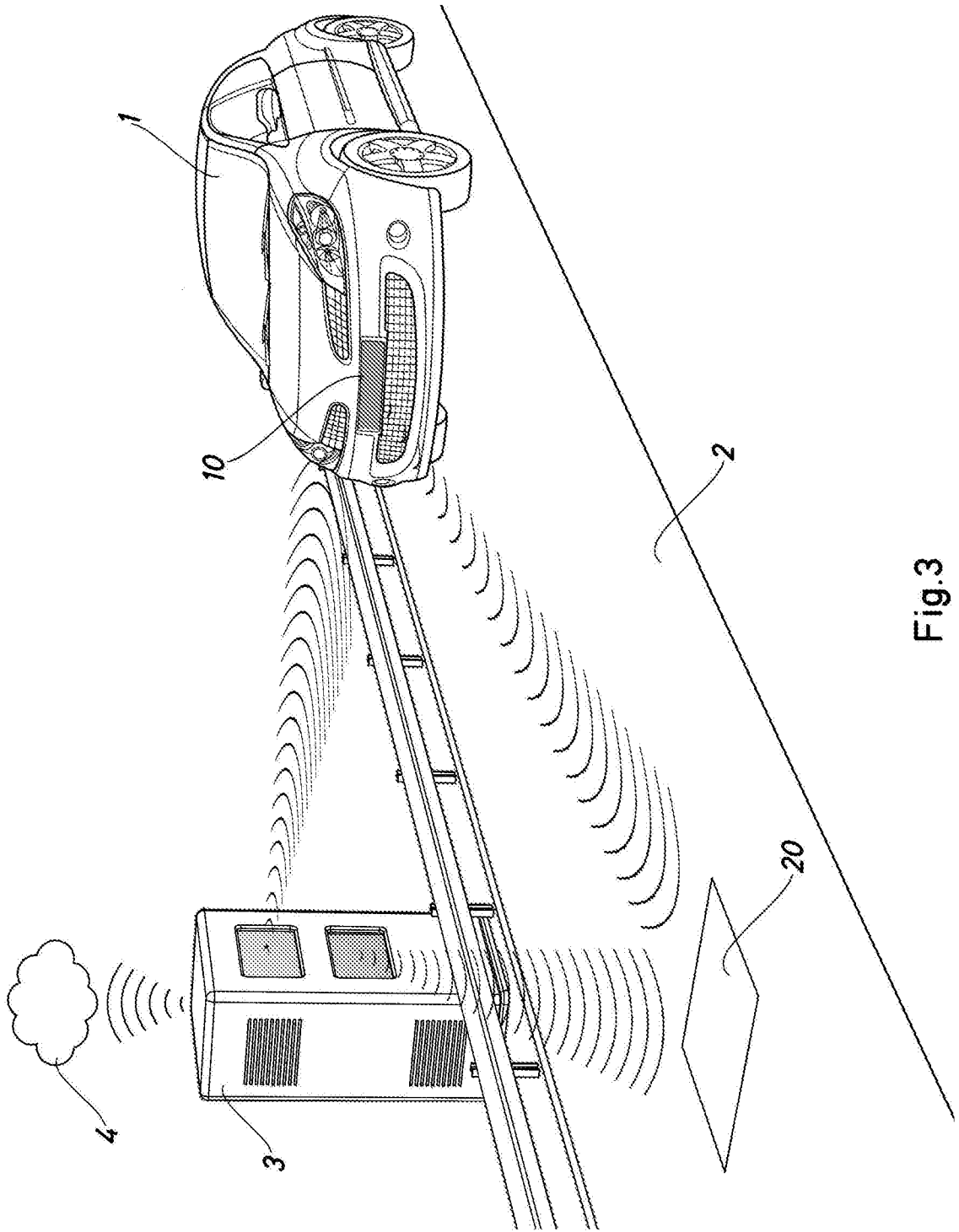


Fig.3

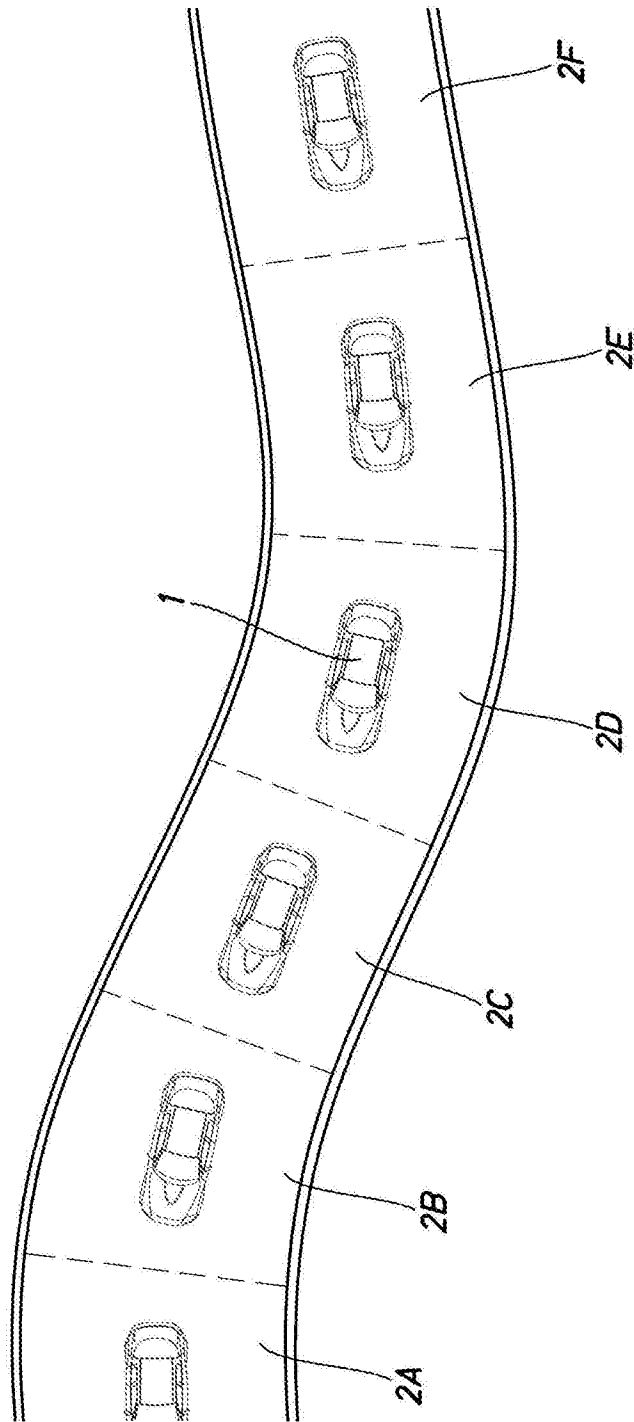


Fig.4

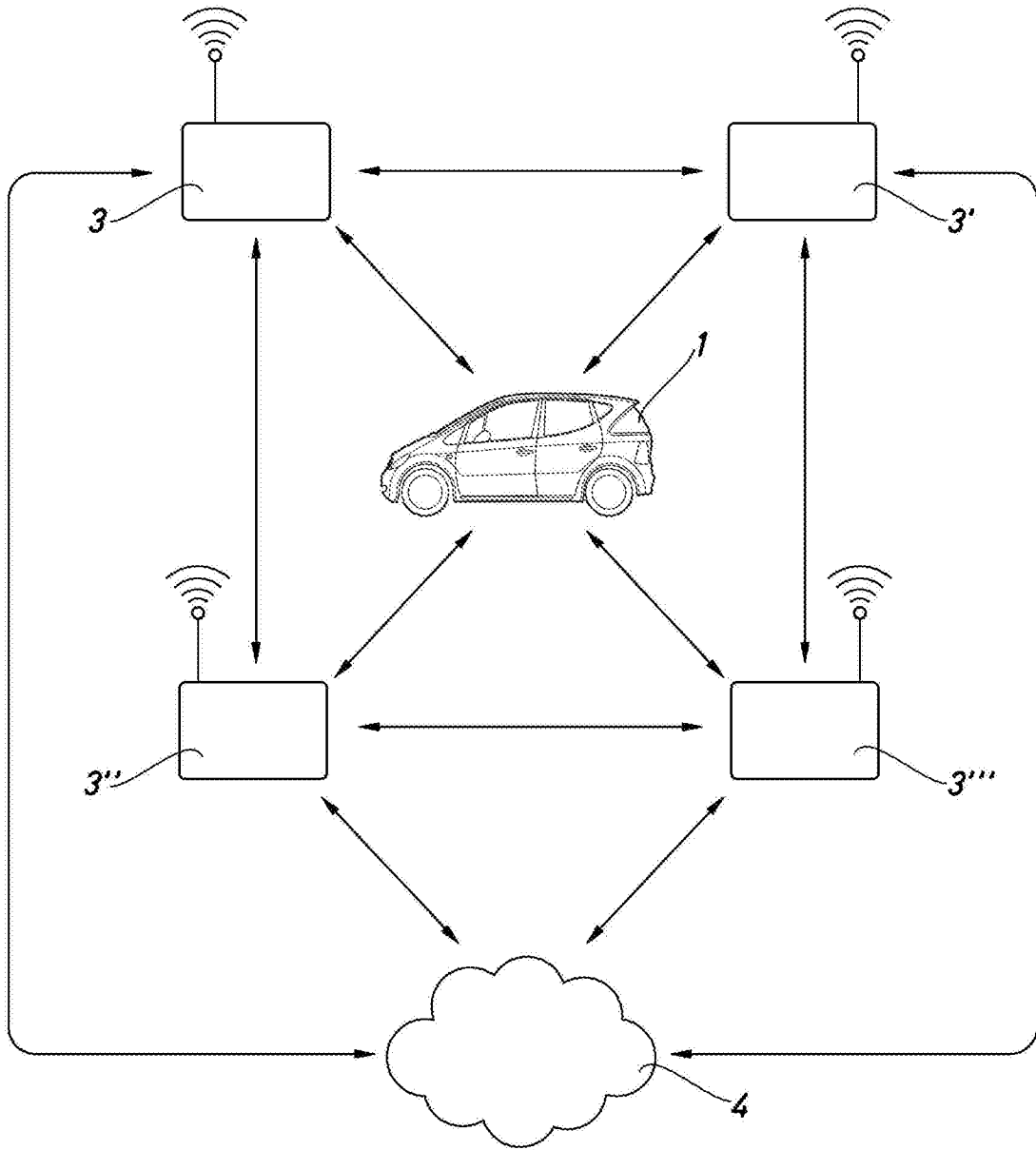


Fig.5

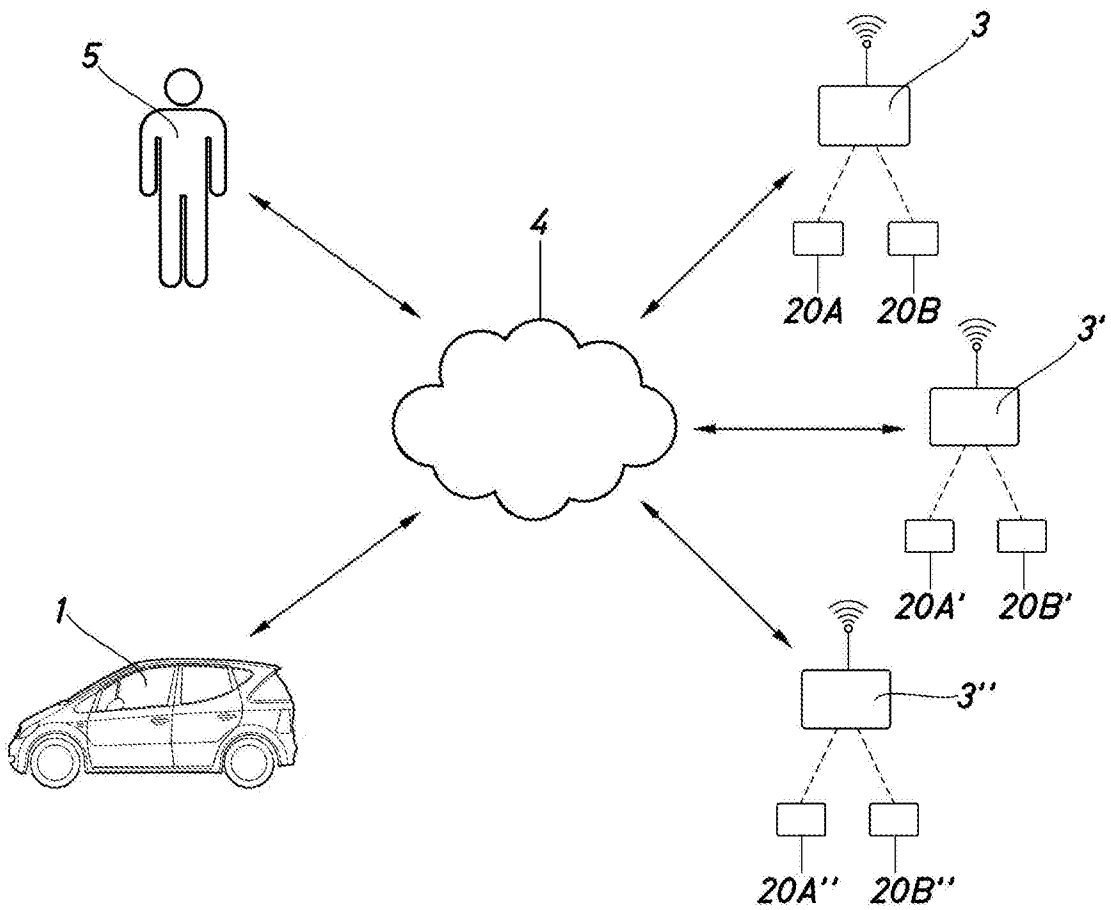


Fig.6

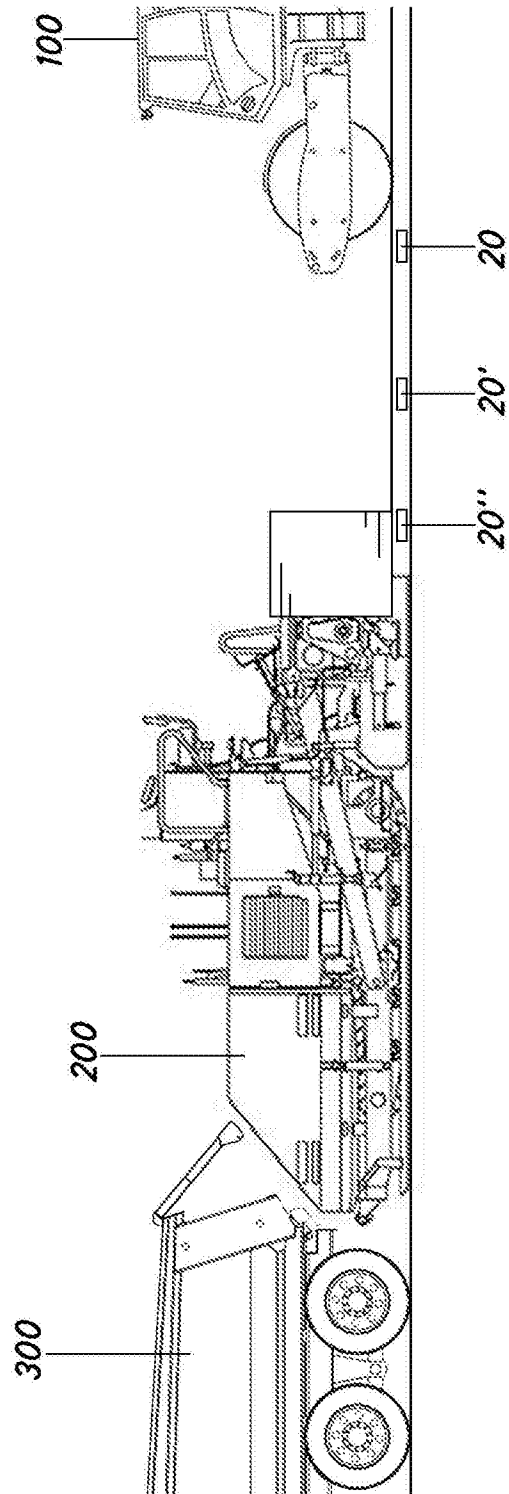


Fig.7

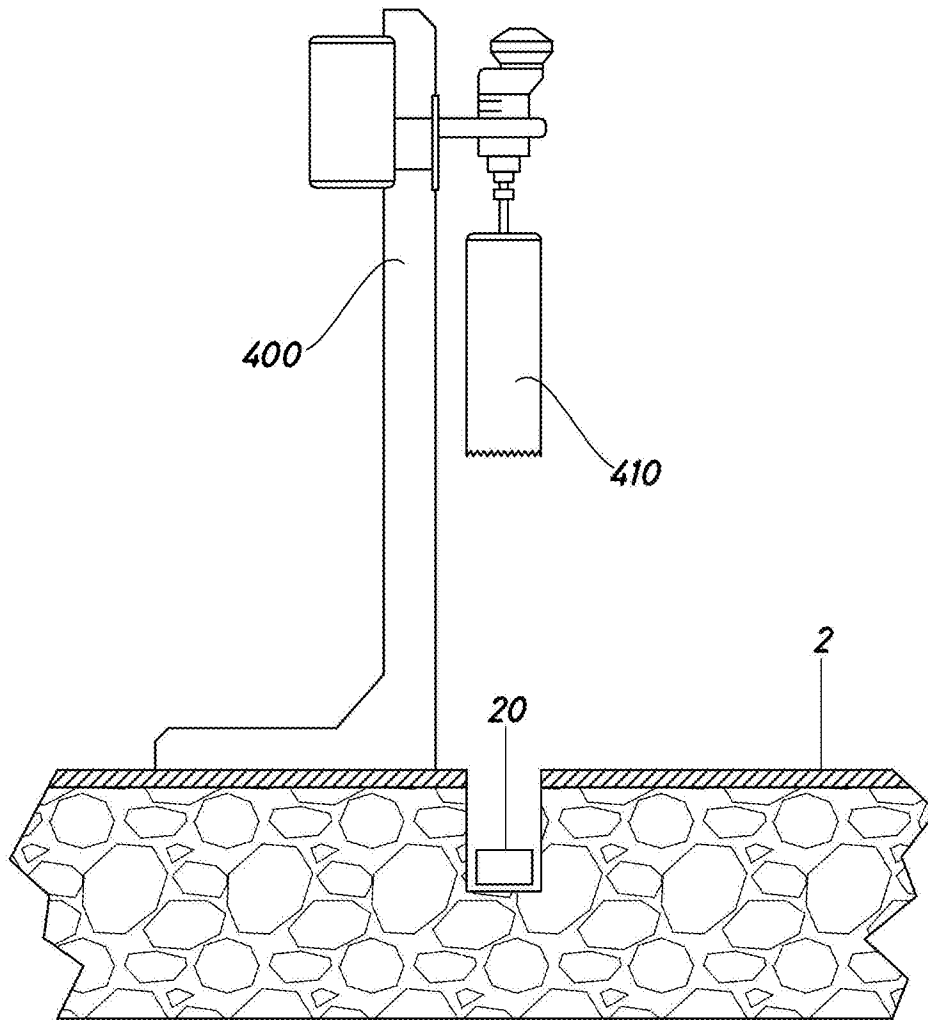


Fig.8