

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 928 677**

21 Número de solicitud: 202230618

51 Int. Cl.:

G05D 1/02 (2010.01)

G01S 13/931 (2010.01)

G08G 1/16 (2006.01)

B60K 31/00 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

06.07.2022

43 Fecha de publicación de la solicitud:

21.11.2022

71 Solicitantes:

DE LA IGLESIA NIETO, Javier (100.0%)
General Asensio Cabanillas
28003 Madrid (Madrid) ES

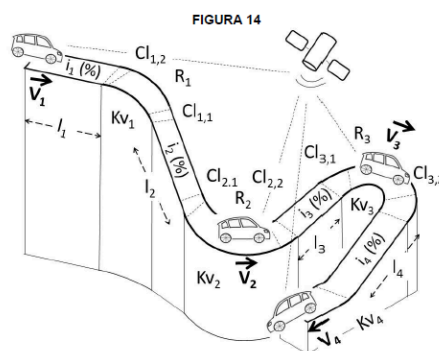
72 Inventor/es:

DE LA IGLESIA NIETO, Javier

54 Título: **Sistema de conduccion ecoeficiente adaptado a la modelización tridimensional geoposicionada de la parametrización del trazado de cualquier infraestructura lineal particularizado al vehículo**

57 Resumen:

Sistema de conducción, con modo asistido (170) y autónomo (180), adaptado a un modelo tridimensional geoposicionado de parametrización de los elementos del trazado (60) de cualquier infraestructura lineal, que transmite instrucciones al vehículo (110) en cada punto del recorrido escogido en tiempo real, particularizado a cada vehículo en función sus características (80), desde un dispositivo (40) instalado en el mismo desde el cual se gobiernan los distintos sistemas integrantes de la invención, en función de su geoposición real traspuesta al modelo (70), en condiciones de seguridad, confort y máxima eficiencia energética mediante la gestión del ahorro energético, calculando los momentos del recorrido en los cuales no es necesario el accionamiento del sistema de propulsión, aprovechando las energías que intervienen en el movimiento del vehículo y las fuerzas resultantes, para ahorrar energía y/o generarla en motores recargables, todo adaptado a los principios del trazado



DESCRIPCIÓN

- 5 SISTEMA DE CONDUCCIÓN ECOEFICIENTE ADAPTADO A LA MODELIZACIÓN TRIDIMENSIONAL GEOPOSICIONADA DE LA PARAMETRIZACIÓN DEL TRAZADO DE CUALQUIER INFRAESTRUCTURA LINEAL PARTICULARIZADO AL VEHÍCULO

SECTOR DE LA TÉCNICA

- 10 La invención se encuadra en los sistemas de conducción asistidos y/o autónomos de cualquier vehículo y en cualquier infraestructura lineal de comunicación, urbana o interurbana, diseñada y construida para la circulación de los mismos, incluidas ferroviarias, en condiciones de seguridad, de confort y de máxima eficiencia energética, esta última mediante la gestión del consumo y, por tanto, del ahorro energético del vehículo, en base a un modelo tridimensional del trazado de la infraestructura al cual lo adapta, particulariza y optimiza para cualquier vehículo.

ESTADO DE LA TECNICA / ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- 20 La movilidad es parte fundamental de la actividad humana, tanto en el transporte de personas como en el de bienes de cualquier tipo. La globalización ha acelerado y ha potenciado esta necesidad que ha multiplicado los movimientos alrededor del mundo en todos los medios de transporte conocidos. El comercio electrónico además ha impulsado y transformado la logística, suponiendo además un cambio en la forma de consumir de las personas, que reciben sus productos fuera de las tiendas físicas, requiriendo un desarrollo exponencial de la logística del transporte. La movilidad se ha convertido por lo tanto en una necesidad que repercute en la actividad social y económica, y que conecta las personas a las necesidades y a estas entre sí.

- 25 No obstante, esta evolución tiene inconvenientes. El parque de vehículos mundial se ha incrementado considerablemente en las dos últimas décadas, tanto en el segmento turismos como en vehículos semipesados y pesados de transporte de mercancías. El tráfico de contenedores de larga distancia, que requiere un intercambio modal de transporte (carretera-marítimo-carretera), ha aumentado de forma similar. El número de vuelos, nacionales o internacionales, se han multiplicado para satisfacer la creciente demanda mundial. En conclusión, el transporte tanto de bienes como de personas se ha convertido en una pieza importante de la demanda social y económica global.

- 35 Los principales perjuicios sociales y medioambientales producidos por el aumento en el número y en las distancias de los desplazamientos son: i) el aumento del consumo energético global y sus consecuencias medioambientales y ii) el incremento del riesgo de accidentes y su correspondiente coste en vidas humanas o en posibles secuelas.

- 40 Las consecuencias más importantes de estos perjuicios son, por un lado, un incremento preocupante de la contaminación, que ha venido perjudicando al medio ambiente a escala mundial, bien por emisiones directas de combustibles fósiles y/o por el consumo de recursos en la creación de otras energías consideradas limpias como la solar, eólica o hidroeléctrica,

y/o bien por la ineficiencia energética, que raramente se tiene en cuenta, que puede y debe ser reducida al máximo o incluso eliminada; y por el otro, el aumento de víctimas por accidente o accidentados con secuelas temporales o permanentes, que afecta no solo al ámbito personal o particular sino que es un problema de ámbito social.

- 5 Existen varias soluciones, entre las que se encuentran: i) la reducción de los desplazamientos, acercando las personas y sus necesidades entre sí, mediante el uso de las tecnologías o mediante la proximidad de los centros de producción al consumidor final, ii) la reducción de los desplazamientos de cualquier tipo mediante la optimización de las operaciones entre los operadores logísticos y los particulares o empresas, iii) utilización y optimización del
- 10 transporte colectivo, y iv) hacer de la conducción una más eficiente, sostenible, confortable y segura, que además reduzca los tiempos de traslado.

La presente invención se centra en esta última solución, esto es, en la conducción, la cual, hasta la irrupción de la tecnología, ha dependido principalmente de la habilidad de cada conductor, es decir, del factor humano. Desde la citada irrupción, los sistemas de conducción

15 orientados a la asistencia del conductor o a la conducción autónoma forman ya parte del presente y del futuro de la movilidad. La tecnología, junto con la capacidad de gestión de información, permiten la creación de sistemas que automaticen los procesos, y estos pueden y podrán ser gestionados por inteligencia artificial. El resultado es que se han creado sistemas de ayuda o de autogestión de la conducción centrados en diferentes y singulares aspectos.

20 Los sistemas, tanto de asistencia como autónomos, se han centrado hasta la fecha en el vehículo, que va leyendo y/o copiando la infraestructura por la que circulan mediante instrumentos para la obtención de datos con el objeto de poder representar la realidad en ese instante o de conseguir su representación en dos o incluso 3 dimensiones en un sistema de coordenadas. Los sistemas más sofisticados basan la conducción en un modelo en dos o tres

25 dimensiones obtenido de ciertos datos de la infraestructura y algunos tienen en cuenta parcialmente, y no en conjunto, el trazado del recorrido; ninguno particularizado al vehículo.

Las invenciones CN110471411A, CN111824163A, CN109722963A, CN108981740A, CN110097635A, CN105096688A, CN112291102A, US2021101620A1, ES1069405U, US20211104013A1, CN111691274A, ES2743779T3, CN107507298A, US2021101616A1,

30 US2016090084A1 son sistemas orientados a la representación e interpretación de la realidad de la infraestructura de una u otra forma para asistir a la conducción o como base de una conducción autónoma; no obstante, no tienen en cuenta el diseño completo de la infraestructura (elementos, alineaciones, parámetros, concatenación de elementos, coordinación entre estos, etc.) y, en consecuencia, no pueden ni tiene tampoco en cuenta ni

35 sus principios ni su funcionamiento.

Otros sistemas relacionados con los sistemas de conducción se han centrado en la experiencia de los usuarios, la compartición de información entre vehículos o incluso desarrollan modelos predictivos de ahorro energético en sistemas de propulsión híbridos. Las invenciones ES2719400T3, ES2379491T3, CN111199300 son sistemas que tampoco tienen

40 en cuenta la parametrización de las infraestructuras por las que circula el vehículo ni el funcionamiento de su trazado para la optimización del consumo energético o de la mejora de la seguridad y del confort en la conducción particularizado al vehículo.

Las invenciones que están relacionadas con la definición del trazado no tienen en cuenta el conjunto de la parametrización del trazado, muchas de ellas centradas en el trazado en planta con el objetivo de calcular el radio de curvatura y la velocidad a la que los vehículos circulen de forma segura en la trayectoria de las curvas y sus transiciones, sin tener en cuenta ni que cada elemento en planta está directamente relacionado con un elemento en alzado ni cómo condiciona esto la conducción. Tampoco adaptan u orientan la conducción ni a la optimización del consumo energético, ni a la eficiencia a través de la gestión del consumo energético y mucho menos en el aprovechamiento de las energías que intervienen en el movimiento del vehículo y sus fuerzas resultantes (inercia) para ahorrar energía y/o generarla en los sistemas de propulsión recargables, en función del trazado. Ninguno de ellos ni particularizado ni optimizado a cualquier vehículo. Son los casos de las invenciones EP3459806A1, WO2016172729A1, WO2016132334A1, WO2016132335A1, WO2006082142A1, EP1559994A2, WO2004008648A2, EP1296304A2 y WO0048048A1.

DEFINICIÓN / EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un sistema de conducción, asistido y/o autónomo, adaptado a un modelo tridimensional geoposicionado de la parametrización de los elementos del trazado de cualquier tipo de infraestructura lineal según el concepto general de la reivindicación 1 que transmite instrucciones en tiempo real particularizadas al vehículo en cada punto del recorrido seleccionado en función de su posición real traspuesta al modelo, en condiciones de seguridad, de confort y de máxima eficiencia energética, mediante la gestión del consumo y, por tanto, del ahorro energético del vehículo.

El diseño del trazado de cualquier infraestructura lineal viaria de comunicación, urbana o interurbana, o de cualquier tipo (autopistas, autovías, vías rápidas, carreteras convencionales, carreteras secundarias, caminos de cualquier tipo, calles, avenidas, travesías, líneas de ferrocarril, etc.) se realiza en base a unos parámetros que están normalizados y/o recomendados por los distintos Estados, o asimilable a cualquiera de ellos, que dan lugar a una definición completa de la misma, que sirve como definición para su construcción y que ponen especial énfasis en la funcionalidad, la seguridad y la comodidad para los vehículos que vayan a circular por ellas, aunque no en la eficiencia energética en la conducción, que depende de la gestión de la conducción.

Con la irrupción y desarrollo de la tecnología, este proceso inicial de diseño se suele realizar con programas informáticos de trazado de infraestructuras lineales en los cuales se definen, en cada eje, el trazado en planta, el trazado en alzado, la definición de las secciones transversales y sus peraltes, como elementos básicos. Los cruces, intersecciones, enlaces, incorporaciones y salidas entre vías son puntos singulares que también se diseñan y se caracterizan por una definición geométrica de unión entre ejes de trazado.

Las novedades de la invención respecto al estado de la técnica son que el sistema de conducción resultado de la presente invención conoce los principios y el funcionamiento del trazado en planta, del trazado en alzado y de la coordinación entre ambos, su parametrización, su posicionamiento en coordenadas georeferenciadas y más concretamente el de los puntos donde se producen las transiciones y la forma en la que se producen esas transiciones; se

adelanta y adapta la conducción, en función de las características particulares de cada vehículo, a la infraestructura en condiciones óptimas de seguridad, confort y de máxima eficiencia energética; planificando los recorridos en base a estas tres condiciones y recalculándolos en caso de introducirse modificaciones o correcciones en cualquier punto de los mismos, resultando una conducción más sostenible. El sistema de conducción anticipa información de la infraestructura a la conducción y la adapta a sus condiciones, incluso si son adversas (falta de visibilidad, lluvia, nieve, etc.).

La invención se basa en la creación de un modelo tridimensional de las infraestructuras según los principios generales de la reivindicación 2 con la definición geométrica de las infraestructuras lineales geo-referenciadas en un sistema de coordenadas de localización con precisión centimétrica, donde figura toda la información del trazado y donde se identifican los puntos singulares en los que se producen los cambios y transiciones de elementos del mismo, así como la forma en las cuales se producen, que son la base del sistema de conducción adaptado de transmisión de instrucciones particularizadas al vehículo en tiempo real según los principios generales de la reivindicación 3.

Por lo tanto, la invención se refiere a un sistema de conducción asistido y/o autónomo que se adapta a los elementos del trazado identificados en un modelo tridimensional de trazado como resultado de la parametrización del trazado de cualquier infraestructura lineal particularizado a cualquier vehículo en función de sus características.

El conjunto de todos los ejes de trazado de cualquier infraestructura existente configuran el modelo, que forma parte de una base de datos; un catálogo completo de las infraestructuras viarias de comunicación con sus parámetros de trazado geoposicionados y modelizados en tres dimensiones con la identificación y localización de los puntos singulares de transición, que se alojan en un servidor de internet y que pertinentemente se actualiza por modificaciones, correcciones o construcción de nuevas infraestructuras que se incorporan a la propia base de datos.

Se obtiene, por tanto, un modelo tridimensional del trazado de la infraestructura que define completamente la misma, identifica los puntos clave de cambio del trazado en los cuales se realizan los cambios en la conducción y la forma en la cual varían. La invención es un sistema de conducción que gestiona el vehículo en cada uno de estos puntos, tanto en el modo de conducción autónoma como en el modo de conducción asistido con el resultado de adaptar los valores de gestión de la conducción a los principios y el funcionamiento del trazado particularizados para cualquier vehículo.

El trazado en planta de los distintos ejes de las infraestructuras lineales está basado en alineaciones rectas y curvas de radio constante. Por su parte, el trazado en alzado asociado a cada eje está basado en alineaciones de pendientes o rampas constantes (positivas o negativas) de los ejes en planta. Los planos y mapas existentes, tridimensionales o no, pueden, en el mejor de los casos, reflejar esta premisa de trazado básico, pero no definen el modelo de trazado para el que fueron diseñadas y construidas o al que se puedan asemejar.

Entre las alineaciones de los ejes que conforman cualquier infraestructura lineal, existen elementos intermedios de unión, tanto en el trazado en planta como en el de alzado, que son, junto con la coordinación entre ambos trazados, la definición de las secciones transversales

y los peraltes, los que completan su definición y que son básicos para conseguir un sistema de conducción más segura, más sostenible, más confortable, más eficiente y menos contaminante.

5 La invención genera un modelo tridimensional completo de la parametrización de los elementos de trazado de todos los ejes de cualquier infraestructura en un sistema de coordenadas geo-referenciadas según los principios generales de la reivindicación 2, geo-
 10 posiciona al vehículo en el modelo tridimensional durante todo el recorrido según los principios generales de la reivindicación 4, adapta las características de cualquier vehículo al modelo tridimensional según los principios generales de la reivindicación 5 en función de: parámetros geométricos del vehículo (principalmente longitud y anchura del vehículo, distancia entre ejes,
 15 distancia entre ruedas del sistema director, distancia del eje anterior al extremo frontal del vehículo, distancia del eje posterior al extremo posterior del vehículo, ángulo de giro del sistema director y altura del vehículo), características del sistema de propulsión del vehículo (entre otros, tipo de motor (combustión, eléctrico, híbridos, etc.), potencia, par motor, comportamiento y tiempos de reacción) y las características físicas del vehículo (principalmente: peso y localización del centro de gravedad, aerodinámica y resistencia al viento, coeficientes de rozamiento, y carga y desplazamiento del centro de gravedad) y particulariza y optimiza la trayectoria del vehículo en función de dichas características particulares basado en el modelo tridimensional de trazado.

20 Adaptado el vehículo al modelo tridimensional del trazado, la invención calcula y planifica los valores de gestión de la conducción particularizados y optimizados (radios de giro, velocidades y gestión del motor) del recorrido introducido seleccionado (origen-destino) en el modelo tridimensional, según los principios generales de la reivindicación 6, o la recalcula en cualquier momento del mismo según los principios generales de la reivindicación 7, en función
 25 de posibles modificaciones derivadas de agentes externos (tráfico, señalización, obstáculos, obligaciones, correcciones, etc.) que le sean introducidos y/o detectados mediante los sensores y cámaras que acompañan al sistema de conducción, tanto en gestión asistida como autónoma.

30 La creación del modelo tridimensional geoposicionado de la parametrización de los elementos de trazado de cualquier tipo de infraestructura lineal se realiza con la toma de datos en cada uno de los ejes de la misma. Estos se obtienen o se pueden obtener de varias formas:

- Acceso a los datos de trazado de los proyectos originales con los que se construyeron las infraestructuras de tal forma que, reproduciendo el mismo en programas informáticos o mediante la parametrización por métodos matemáticos, se puedan
 35 representar y geoposicionar en el sistema de coordenadas y adaptarlo al modelo de la invención. Existe la dificultad del acceso a los proyectos y es necesaria, además, una comprobación de dichos datos con un trabajo topográfico (o cualquier otro) específico de campo que los valide en términos de fiabilidad y de precisión. En caso de no cumplir con unos mínimos exigibles a valorar en el trabajo posterior de parametrización (precisión centimétrica), se sustituirá o completará por o con otro método.
- El trabajo específico de toma de datos mediante trabajo topográfico de campo de las secciones transversales a lo largo de los distintos ejes de la infraestructura. Se crea una nube de puntos que posteriormente se procesa y que son la base para la ulterior parametrización del trazado mediante métodos matemáticos.

- Sustitución de la toma de datos anterior por cualquier otro sistema tecnológico (drones, vehículos terrestres de toma de datos, fotogrametría aérea, bases de datos nacionales o internacionales, etc.) que puedan servir para la obtención de la nube de puntos geoposicionados en coordenadas con suficiente precisión (centimétrica) para su posterior procesamiento y posterior parametrización del trazado mediante métodos matemáticos.

Una vez tomados los datos y realizado el procesamiento de los mismos se realiza la parametrización del trazado mediante métodos matemáticos sencillos de aproximación a las distintas alineaciones y curvas de transición tanto del trazado en planta como del trazado en alzado según los principios generales de la reivindicación 8 en base a la normativa y/o recomendaciones de los distintos Estados, o asimilable a cualquiera de ellas.

Identificados e introducidos los datos de las secciones transversales, peraltes y realizada la coordinación del trazado en planta y del trazado en alzado, se obtiene el modelo tridimensional según los principios generales de la reivindicación 2 que es la base de la gestión de la conducción por la invención en base al conocimiento del funcionamiento del trazado y al cual se adapta y particulariza al vehículo.

Adaptación de la conducción al trazado en planta:

El trazado en planta de los distintos ejes de las infraestructuras lineales está basado en alineaciones rectas y curvas de radio constante y elementos singulares que son curvas de transición.

Cada alineación recta se equipara a una curva circular, pero de radio infinito. Por lo tanto, la trayectoria del vehículo debe describir una línea recta. Identificadas como tales en el modelo tridimensional y, mediante un sistema de geolocalización instalado en el vehículo según los principios generales de la reivindicación 4, la invención gestiona el sistema de dirección del vehículo para que el vehículo describa las alineaciones rectas y no modifica el sistema de dirección del vehículo hasta que se encuentre con una nueva alineación según los principios generales de la reivindicación 9. Tan solo en el caso de correcciones necesarias por circunstancias determinadas, o por cambios de dirección voluntarios, la invención modifica dicho criterio y recalcula una trayectoria alternativa óptima y particularizada para el vehículo siguiendo los principios de seguridad, confort y máxima eficiencia energética según los principios generales de la reivindicación 7.

Las alineaciones curvas son circulares de radio constante en toda su longitud debido a que es la trayectoria que describe un vehículo con un giro de dirección adecuado en función de los parámetros geométricos de su sistema director. En las alineaciones curvas, identificadas como tales en el modelo tridimensional y, mediante un sistema de geolocalización instalado en el vehículo según los principios generales de la reivindicación 4, la invención gestiona el sistema de dirección del vehículo según los principios generales de la reivindicación 9 para que este describa la trayectoria de la curva y no modifica el sistema de dirección del vehículo hasta que se encuentre con una nueva alineación, recta o curva. Tan solo en el caso de correcciones necesarias por circunstancias determinadas o por cambios de dirección voluntarios, el sistema de conducción modifica dicho criterio y recalcula una trayectoria alternativa óptima y particularizada para el vehículo siguiendo los principios de seguridad, confort y máxima eficiencia energética según los principios generales de la reivindicación 7.

Entre cualquiera de las combinaciones consecutivas entre alineaciones en planta (recta-curva, curva-recta, curva-curva) existe al menos una curva de transición a lo largo de la cual el sistema director del vehículo realiza la transición del radio de giro con confort y seguridad. Esta curva de transición tiene la forma de una curva Clotoide, cuya característica es que su

5 radio de curvatura va variando entre dos valores en función de la longitud recorrida dentro de la misma, en base a un parámetro constante. Esta característica es la que permite que el sistema de dirección del vehículo vaya variando su ángulo de giro a lo largo del recorrido hasta alcanzar un radio de giro concreto en una distancia adecuada en términos de confort y seguridad. De este modo:

- 10 - En el caso de transición de alineación recta a alineación curva, el radio de curvatura del sistema de dirección del vehículo varía de infinito (recta) al valor del radio de la circunferencia de la curva.
- En el caso de transición de alineación curva a alineación recta, el radio de curvatura del sistema de dirección del vehículo varía del valor del radio de la circunferencia de
- 15 la curva a infinito (recta).
- En el caso de transición de alineación curva a alineación curva, el radio de curvatura del sistema de dirección del vehículo varía del valor del radio de la circunferencia de la primera curva al radio de la circunferencia de la segunda curva. Dependiendo del sentido de las dos curvas consecutivas, se realiza con una o dos curvas de transición.
- 20 En el caso de ser dos curvas con el mismo sentido de giro, se realiza con una sola curva de transición, con dos en el caso contrario.

En cada uno de los casos anteriores, la invención identifica en el modelo tridimensional de parametrización del trazado, los puntos de cambios de curvatura (extremos del tramo de la curva Clotoide), los parámetros de las curvas de transición y los radios de curvatura de las

25 alineaciones y, mediante un sistema de geolocalización instalado en el vehículo según los principios generales de la reivindicación 4, los localiza y gestiona el sistema director en cada punto singular de cambio para que el vehículo describa las distintas alineaciones en base a los parámetros de trazado de la infraestructura adaptados, particularizados y optimizados al vehículo, según los principios generales de la reivindicación 9.

- 30 La invención gestiona también el sistema de propulsión y/o el de frenado del vehículo para adecuar la velocidad al radio de curvatura de las alineaciones adaptadas y particularizadas al vehículo en condiciones de seguridad, confort y máxima eficiencia energética, según los principios generales de la reivindicación 10 y de la reivindicación 11. No obstante, la invención condiciona la velocidad a las limitaciones establecidas, si es el caso, por las autoridades o el
- 35 gestor de la infraestructura en cualquier circunstancia. Para ello, el modelo tridimensional de parametrización del trazado incluye un registro de la señalización en cada punto para adaptarse a las condiciones establecidas por las autoridades y/o el gestor de la infraestructura, según los principios generales de la reivindicación 12.

- 40 Los peraltes de las plataformas de las infraestructuras dependen de los parámetros del trazado en planta, esto es, de los radios de curvatura. Es a lo largo de las curvas de transición donde se producen las variaciones entre los valores de los peraltes de dos alineaciones consecutivas de valor constante, bien sean rectas o curvas. El modelo tridimensional de parametrización del trazado incluye los valores de los peraltes en cualquier punto de la

infraestructura y la invención tiene en cuenta además estos datos en el sistema de gestión de la conducción adaptada, particularizada y optimizada a cada vehículo.

- 5 La invención permite además introducir los obstáculos que se encuentren en las proximidades de la infraestructura lineal en el modelo tridimensional para calcular la distancia de visibilidad, la cual permite a la invención adaptar la velocidad del vehículo a la distancia de frenado necesaria en condiciones de seguridad, independientemente de la velocidad de trazado, priorizando la primera respecto de la segunda según los principios generales de la reivindicación 13.

Adaptación de la conducción al trazado en alzado:

- 10 Las alineaciones del trazado en alzado son pendientes o rampas (positivas o negativas) de inclinación constante. Entre cualquiera de las combinaciones de alineaciones consecutivas (positiva-positiva, positiva-negativa, negativa-positiva y negativa-negativa) existe, como en el trazado en planta, un acuerdo de transición conformado en este caso por una curva en forma de parábola, definida por su constante, que permite al vehículo realizar la transición entre
15 pendientes en condiciones de seguridad y confort.

El trazado en alzado está por tanto compuesto por tramos de pendientes o rampas constantes y de parábolas de transición, ambos con parámetros que se pueden definir: inclinación y longitud de la pendiente o rampa, y parámetro y longitud del acuerdo parabólico.

- 20 Teniendo en cuenta estos principios, la invención calcula, en función de su posición dentro del trazado en alzado y de su coordinación con el trazado en planta, la velocidad necesaria para realizar el recorrido adaptado, particularizado y optimizado al vehículo en óptimas condiciones de seguridad, confort y máxima eficiencia energética, teniendo en cuenta la longitud de las pendientes o rampas y de los tramos de parábola de transición que debe recorrer el vehículo hasta culminar los puntos altos o alcanzar los puntos bajos a lo largo del
25 trazado del recorrido en función de las energías que intervienen en el movimiento del vehículo y las fuerzas resultantes (inercia). La invención gestiona el sistema de propulsión y/o el de frenado del vehículo según los principios generales de la reivindicación 10 y de la reivindicación 11 para adaptar la velocidad del vehículo al trazado en alzado y su coordinación con el trazado en planta, con el objeto de conseguir una conducción en condiciones óptimas
30 de seguridad, confort y máxima eficiencia energética.

- La gestión del ahorro energético de la invención aprovechando las energías que intervienen en el movimiento del vehículo y las fuerzas resultantes (inercia) en función de su posición real traspuesta al modelo tridimensional, resulta efectiva en cualquier sistema de propulsión de vehículos (combustión, eléctricos, híbridos, etc.), aunque resulta incluso más efectivo aún en
35 el caso de motores recargables, principalmente eléctricos e híbridos, mediante cualquier sistema (como el movimiento y/o la frenada), pues la invención aprovecha las distintas energías que intervienen en el movimiento del vehículo y las fuerzas resultantes (inercia) y, no solo calcula los momentos del recorrido donde no es necesario el accionamiento del método de propulsión mediante la gestión del sistema de propulsión y/o el de frenado del
40 vehículo según los principios generales de la reivindicación 10 y de la reivindicación 11, sino que además los aprovecha para su recarga, optimizando por tanto no solo el consumo

energético sino también la recarga del sistema de propulsión, consiguiendo la eficiencia energética óptima en la conducción, haciéndola más sostenible.

Adaptación de la conducción a las secciones transversales y peraltes de la infraestructura:

- 5 Los datos de la sección transversal de la infraestructura (número de carriles, anchos de los distintos elementos, distancia entre carriles, anchos de incorporaciones o salidas, transiciones entre anchos, etc.) y los peraltes de la sección transversal en cada punto, junto con los del trazado en planta y del trazado en alzado, definen por completo cada eje de la infraestructura que forma parte del modelo tridimensional. La invención tiene en cuenta los peraltes como dato adicional para el cálculo de las velocidades en las distintas alineaciones y en sus transiciones en función de las fuerzas actuantes resultantes del movimiento, y las secciones transversales para guiar al vehículo por los carriles del modelo según los principios generales de la reivindicación 6 con seguridad respecto a otros posibles vehículos que circulen por la infraestructura o cualquier otra circunstancia relacionada.

Adaptación de la conducción a la coordinación de los trazados en planta y alzado:

- 15 La coordinación del trazado en planta y del trazado en alzado es tan importante o más que tomados ambos de forma independiente en relación al modelo de gestión de la conducción de la invención y consecuentemente a la creación de un sistema que se adapte a los mismos, resultado de los datos del modelo tridimensional de parametrización del trazado.

- 20 La coordinación del trazado en planta y del trazado en alzado, junto con los datos de la plataforma del modelo tridimensional, es muy importante en la mejora de la seguridad en la conducción. La invención calcula en cada punto del recorrido las distancias de visibilidad y de pérdida de trazado y se anticipa calculando la velocidad a la que debe circular un vehículo en particular para garantizar la distancia de frenado en condiciones de seguridad frente a colisiones según los principios generales de la reivindicación 13.

- 25 Por lo tanto, la combinación del trazado en planta y en alzado completa la información del trazado de la infraestructura, pero es además esencial en la gestión de la eficiencia energética de la conducción de cualquier vehículo que circule por una infraestructura. La invención gestiona el ahorro energético del vehículo mediante la gestión del sistema de propulsión y/o el de frenado del vehículo aprovechando las energías que intervienen en el movimiento del vehículo y las fuerzas resultantes (inercia) para adaptar la velocidad a la óptima en cada punto del recorrido en base a todos los parámetros y reivindicaciones de la invención, anticipándose y gestionando los momentos del recorrido donde no es necesario el accionamiento o encendido del sistema de propulsión evitando consumos innecesarios, e incluso lo aprovecha para la recarga de cualquier sistema de propulsión recargable (como con el movimiento y/o la frenada), optimizando, no solo el consumo energético, sino también la recarga del sistema de propulsión, consiguiendo la eficiencia energética óptima en la conducción, según los principios generales de la reivindicación 6, reivindicación 10 y reivindicación 11.

Gestión de los sistemas del vehículo:

- 40 La invención gestiona distintos sistemas del vehículo tanto en conducción asistida como autónoma:

(i) Gestión del sistema de dirección del vehículo según los principios generales de la reivindicación 9 a los elementos del trazado en planta: rectas, curvas y clotoideas de transición, una vez adaptada la conducción al vehículo en particular en función de sus características.

5

(ii) Gestión del sistema de propulsión del vehículo según los principios generales de la reivindicación 10 para adaptar la velocidad de la conducción a los elementos de trazado (planta, alzado y coordinación entre ambos) en condiciones de seguridad y confort, así como para lograr una conducción energética eficiente particularizado para cada vehículo en función de sus características.

10

(iii) Gestión del sistema de frenado según los principios generales de la reivindicación 11 para adaptar la velocidad de la conducción a los elementos de trazado (planta, alzado y coordinación entre ambos) en condiciones de seguridad y confort, así como para lograr una conducción energética eficiente particularizado para cada vehículo en función de sus características.

15

(iv) Gestión de cualquier sistema asociado a cada vehículo en particular tales como las señales de advertencia de maniobras (intermitentes, luz marcha atrás, luces de freno, etc.), acciones de los sistemas de seguridad internos o de cualquier otro tipo que posea el vehículo, relacionados con el sistema de conducción, según los principios generales de la reivindicación 14.

20

La invención en conducción asistida:

La invención en modo de conducción asistida es un modelo de gestión del vehículo en el cual las instrucciones del conductor prevalecen sobre las generadas por la invención, de tal forma que cualquiera de los sistemas de gestión de la invención puede ser corregido en cualquier momento por el conductor. A continuación, la invención recalcula la ruta volviendo a gestionar los sistemas hasta que no vuelva a ser corregido por el conductor, momento en el cual vuelve a recalcular la ruta. Y así, sucesivamente. El sistema de información de la gestión de la conducción de la invención en conducción asistida se realiza según los principios generales de la reivindicación 15.

25

30

El sistema de dirección del vehículo es gestionado por la invención, pero puede ser corregido por el conductor en cualquier momento de la conducción. Análogamente, el conductor puede actuar también en cualquier momento en la gestión del sistema de propulsión, haciendo prevalecer su instrucción sobre lo planificado. Para actuar sobre el sistema de frenado del vehículo, bien el conductor acciona directamente el sistema de frenado prevaleciendo esta instrucción en cualquier momento de la conducción al sistema objeto de la invención, o bien el conductor debe accionar el sistema de propulsión entendiendo la invención que la instrucción de frenado planificada se anula. El resto de sistemas asociados se comportarán en función de las nuevas instrucciones recibidas por el conductor y en relación a los anteriores sistemas.

35

40

La invención posee un panel de información según los principios generales de la reivindicación 18 donde se refleja, en cada punto del recorrido, los datos de conducción resultado de la planificación de la ruta, entre los que destacan velocidad y giro del sistema de dirección, y en

donde indicadores reflejan la proximidad de los datos reales de la conducción gestionada por el conductor a los de la planificación de la ruta (o un recalcu), indicando en escala gradual en color rojo cuando hay una gran desviación y debe ser corregida, en amarillo cuando la desviación no es muy grande pero no obstante debe ser corregida y verde cuando no existe desviación o esta no debe ser corregida. El panel emite además una señal acústica que indica una advertencia de accionamiento del sistema de frenado en el momento en el que entienda que el vehículo circula a una velocidad excesiva respecto a la velocidad planificada que comprometa la seguridad del vehículo y sus ocupantes. También indica el tiempo y/o distancia en el que los distintos parámetros se deben mantener hasta un nuevo cambio, así como los parámetros siguientes, aunque no esté en la visión del conductor del vehículo, pues la invención se adelanta a la conducción. En el panel de información se refleja del mismo modo la señalización vigente en cada momento referente a la conducción. Del mismo modo se puede ofrecer al conductor la información del trazado en planta y del trazado en alzado de forma gráfica (con o sin parámetros) de forma independiente al modelo tridimensional al que da lugar como información adicional y/o alternativa.

En el modo de conducción asistida, en el momento en el que el conductor decide tomar el mando del vehículo haciendo prevalecer sus instrucciones, se le proporciona información sobre su conducción respecto a lo planificado por la invención como óptimo y particularizado a su vehículo en términos de seguridad, confort y máxima eficiencia energética y se le advierte sobre ello.

En el modo de conducción asistida, el conductor puede ir gestionando los distintos sistemas (dirección, propulsión, frenado y resto) en base a las indicaciones que figuran en el panel del sistema, adaptando la conducción en base a las citadas indicaciones del sistema en el código de colores anteriormente descrito (verde, amarillo y rojo). De esta forma, el conductor puede utilizar la información como un sistema asistido a su conducción, aprovechando las ventajas de la invención en términos de máxima eficiencia energética y/o seguridad y/o confort.

La invención en conducción autónoma:

La invención en conducción autónoma es un modelo de autogestión del vehículo en el cual las instrucciones son generadas en cada punto de la ruta o recorrido en base a los principios de la invención: sistema de dirección, sistema de propulsión, sistema de frenado o cualquier otro sistema asociado al vehículo, planificación de ruta, recalcu por correcciones, señalización, etc. según los principios generales de la presente invención.

Análogamente al modelo asistido de conducción, el panel de información de la invención refleja según los principios generales de la reivindicación 18 los datos de la conducción que se transmiten al vehículo en cada punto del recorrido, el tiempo y/o distancia en el que se deben mantener hasta un nuevo cambio, así como los parámetros siguientes planificados en base a los principios de la invención en términos de máxima eficiencia energética, seguridad y confort.

En cualquier momento, el conductor puede hacerse con el control de la conducción mediante la toma del control manual sobre los sistemas de conducción. En ese momento, el sistema autónomo deja de estar activo y pasa a sistema de gestión asistida y/o manual.

Cambio de conducción autónoma a asistida y/o manual y viceversa:

La invención permite cambiar de modo autónomo a asistido y viceversa, en cualquier momento de la conducción, según los principios generales de la reivindicación 17 de tal forma que el conductor pueda tomar de nuevo el control del vehículo y/o dejar asistirse por el sistema o incluso desactivar ambos. El cambio se realiza de forma manual mediante una instrucción en el panel de control o en cualquier momento tomando el control sobre los sistemas de control de la conducción por parte del conductor.

Parada de Emergencia:

La invención posee un sistema de parada de emergencia ante cualquier situación de impedimento de continuar gestionando los sistemas del vehículo en condiciones de seguridad según los principios generales de la reivindicación 19 que se refleja en el panel de información mediante una indicación lumínica y otra sonora.

Independientemente del modelo de conducción (asistida o autónoma), el sistema de parada de emergencia de la invención calcula, en función de la distancia con cualquier obstáculo o vehículo que circule alrededor y del resto de parámetros de conducción en ese momento, una nueva trayectoria en el modelo tridimensional reduciendo su velocidad hasta la parada del vehículo en condiciones de seguridad al margen del tráfico y con indicaciones del resto de sistemas de gestión lumínicas o sonoras (luces de emergencia, luces de freno, luces de advertencia, claxon, etc.) que alerten al resto de vehículos que puedan estar circulando por la infraestructura.

No obstante, en cualquier momento de la trayectoria de parada, las instrucciones del conductor pueden prevalecer sobre las de la parada de emergencia pasando el conductor a tener el control de la conducción.

Sistema de geoposicionamiento del vehículo:

La invención posee un sistema de geoposicionamiento para localizar al vehículo con precisión centimétrica en cualquier momento y en cualquier punto de infraestructura por la que circula el vehículo a lo largo de todo su recorrido. Cualquier cálculo, recálculo, comprobación, planificación, etc. objeto de la presente invención se realiza en base a la posición del vehículo traspuesta al modelo tridimensional según los principios generales de la reivindicación 4.

Sistema de sensores incorporados al vehículo:

La invención posee sensores y cámaras tanto en la parte delantera como en la parte trasera del vehículo que detectan e identifican cada uno de los elementos de la infraestructura relacionados con la conducción (señalización horizontal, marcas viales, límites de calzada, señalización vertical, otros vehículos, obstáculos, etc.) dentro de sus campos de acción, según los principios generales de la reivindicación 20, con los objetivos siguientes:

- Comprobación relativa de la trayectoria real respecto a la del modelo tridimensional del trazado adaptado y particularizado a cada vehículo.
- Detección y ubicación de otros vehículos y cálculo de su distancia relativa.
- Detección de obstáculos.
- Obtención de la información para recalculos de trayectorias y/o parámetros de conducción, adaptadas a las condiciones de la infraestructura.

- Ayuda a la parada de emergencia.

Correcciones de la ruta. Recalculos.

- 5 En función de los datos obtenidos de los sensores o de modificaciones introducidas por el conductor, el vehículo recalcula y corrige la trayectoria del vehículo o ajusta los parámetros de conducción a las nuevas condiciones según los principios generales de la reivindicación 7.

REIVINDICACIONES

1. La invención se refiere a un sistema de conducción, con modo asistido y autónomo, adaptado a un modelo tridimensional geoposicionado de la parametrización de los elementos del trazado (60) de cualquier tipo de infraestructura lineal de transporte, que transmite, desde un dispositivo (40) instalado en el vehículo desde el cual se gobiernan los distintos sistemas integrantes de la invención, instrucciones en tiempo real al vehículo en cada punto del recorrido, en función de su geoposición real traspuesta al modelo, en condiciones de seguridad, de confort y de máxima eficiencia energética mediante la gestión del ahorro energético del vehículo; todo ello particularizado a cada vehículo en función de las características del mismo.

La invención, en base a su conocimiento de los principios y del funcionamiento del trazado de cualquier infraestructura en planta, en alzado, de la coordinación entre ambos y de su parametrización completa, de los puntos donde se producen las transiciones y de la forma en la que se producen esas transiciones, obtenido todo del modelo tridimensional, y en base a la trasposición y seguimiento del posicionamiento del vehículo en coordenadas georeferenciadas en el citado modelo, gestiona el consumo energético del vehículo y minimiza las ineficiencias energéticas en la conducción. Calcula y planifica, en función de las características particulares de cada vehículo, los momentos del recorrido en los que no es necesario el accionamiento del sistema de propulsión y aprovecha las energías que intervienen en el movimiento del vehículo y las fuerzas resultantes (inercia) para eliminar ineficiencias y/o generar ahorro energético y/o para generar energía en motores recargables con el movimiento y/o el frenado y/o cualquier otro sistema de generación.

La invención particulariza las características de cualquier vehículo al sistema de conducción, redefiniendo y adaptando el trazado del vehículo en concreto respecto al definido en el modelo tridimensional; existiendo la posibilidad de incluir alineaciones nuevas, eliminar existentes o de no realizar ninguna modificación sobre el trazado del citado modelo, con el objeto de optimizar la trayectoria del vehículo.

La invención calcula y planifica los valores de gestión de la conducción de los sistemas que la integran a lo largo del recorrido particularizado a cada vehículo y los recalcula en caso de modificaciones introducidas directamente por el conductor o de correcciones necesarias en función de agentes externos (tráfico, señalización, obstáculos, obligaciones, etc.) que le sean introducidos y/o detectados mediante los sensores y/o cámaras que se integran.

La invención puede operar en modo de conducción autónoma y asistida al conductor, permitiendo no obstante en cualquier momento adoptar el control manual por parte del conductor mediante una instrucción en el panel de control o mediante la toma de control directo.

2. Un modelo tridimensional integrado en el sistema de conducción de la **reivindicación 1** de definición geométrica de cualquier infraestructura lineal georeferenciado (60) en un sistema de coordenadas tridimensional de localización con precisión centimétrica, donde figura toda la información parametrizada de su trazado en planta, su trazado en alzado, la coordinación entre ambos y resto de parámetros de definición en cada punto (datos de la sección transversal y peraltes, principalmente), y donde se identifican los puntos singulares en los que se producen los cambios y/o transiciones, y la forma en la cual se producen, entre las alineaciones que conforman el trazado y/o de los parámetros de definición.

El modelo tridimensional (60) de las infraestructuras lineales creado a partir del procesamiento y parametrización de todos sus datos, forman parte de una base de datos que configura un catálogo completo de las infraestructuras viarias de comunicación con sus parámetros de trazado geoposicionados y modelizados en tres dimensiones que se alojan en un servidor (50) de internet y que pertinentemente se actualiza por modificaciones, correcciones o construcción de nuevos elementos de las infraestructuras.

La parametrización del trazado se realiza mediante métodos matemáticos de aproximación a las distintas alineaciones y curvas de transición tanto del trazado en planta como del trazado en alzado, según los principios generales de las presentes reivindicaciones. Se identifican e introducen los datos de las secciones transversales, peraltes y se realiza la coordinación entre los trazados parametrizados en planta y alzado de todos los ejes que configuran la infraestructura.

El alcance del catálogo de las infraestructuras que forma parte de la invención abarca cualquier infraestructura lineal viaria de comunicación, urbana o interurbana, o de cualquier tipo (autopistas, autovías, vías rápidas, carreteras convencionales, carreteras secundarias, caminos de cualquier tipo, calles, avenidas, travesías, líneas de ferrocarril, etc.) y su parametrización se puede realizar en base a la normativa y/o recomendaciones de los distintos Estados, o asimilarla a cualquiera de ellas.

En el modelo tridimensional incorpora un registro geoposicionado e identificado de la señalización (60-2), de cualquier tipo, instalada en la infraestructura.

3. Un sistema de transmisión de instrucciones (110) en tiempo real adaptadas al vehículo en cada punto del recorrido establecido en la infraestructura, integrado en el sistema de conducción de la **reivindicación 1**, en base al geoposicionamiento del vehículo en el modelo tridimensional (60) de la **reivindicación 2**, en condiciones de seguridad, de confort y de máxima eficiencia energética y sostenibilidad mediante la gestión del ahorro energético del vehículo, basados en el conocimiento de los principios y el funcionamiento del trazado de cualquier infraestructura en planta, en alzado, de la coordinación entre ambos y de su parametrización completa.

La invención identifica los elementos del trazado de la infraestructura, las alineaciones y los puntos donde se producen las transiciones entre las alineaciones y la forma en la que se producen esas transiciones en el modelo tridimensional de trazado (60) de la **reivindicación 2**, y transmite a través del sistema de transmisión de instrucciones (110), las instrucciones precisas al vehículo en cada momento a lo largo del recorrido escogido por el usuario.

El sistema de conducción gestiona el ahorro energético del vehículo mediante la adaptación de la conducción al trazado. Calcula y planifica los momentos del recorrido en los que no es necesario el accionamiento del sistema de propulsión y aprovecha las energías que intervienen en el movimiento del vehículo y las fuerzas resultantes (inercia) para generar ahorro energético y/o para generar energía en motores recargables con el movimiento y/o el frenado y/o cualquier otro, a través del sistema de transmisión de instrucciones al vehículo (110).

El sistema de transmisión se adapta a los dos modos del sistema de conducción, conducción autónoma o asistida al conductor, según los principios de las presentes reivindicaciones, no obstante, en cualquier momento se puede adoptar el control manual

por parte del conductor mediante una instrucción en el panel de control o mediante la toma de control directo.

4. Un sistema de geoposicionamiento del vehículo (70) integrado en el sistema de conducción de la **reivindicación 1** basado en el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) que sitúa al vehículo en el modelo tridimensional (60) de la **reivindicación 2** trasponiendo su posición real en la infraestructura, con precisión centimétrica y en tiempo real, durante todo su recorrido. El sistema sitúa al vehículo en los distintos elementos del modelo tridimensional de parametrización del trazado (60) y en su posición relativa respecto de los distintos puntos de transición entre las distintas alineaciones del trazado de la infraestructura.

Cualquier cálculo, recálculo, comprobación, planificación, etc. de las presentes reivindicaciones se realiza en base a la posición del vehículo en el citado modelo tridimensional.

5. Un sistema de adaptación de las características de cualquier vehículo (80) al sistema de conducción de la **reivindicación 1** estando integrado en él, el cual particulariza las instrucciones transmitidas por el sistema de conducción a las características de cada vehículo en función de los parámetros geométricos del vehículo (principalmente longitud y anchura del vehículo, distancia entre ejes, distancia entre ruedas del sistema director, distancia del eje anterior al extremo frontal del vehículo, distancia del eje posterior al extremo posterior del vehículo, ángulo de giro del sistema director y altura del vehículo), de las características del sistema de propulsión del vehículo (entre otros, tipo de motor (combustión, eléctrico, hidrógeno, híbridos, etc.), potencia, par motor, comportamiento y tiempos de reacción) y de las características físicas del vehículo (principalmente, peso y localización del centro de gravedad, aerodinámica y resistencia al viento, resistencia a la rodadura y carga y desplazamiento del centro de gravedad).

El sistema de adaptación de la invención redefine y adapta el trazado a cualquier vehículo en particular respecto al del modelo tridimensional geoposicionado de parametrización (60) de la **reivindicación 2**, existiendo la posibilidad de incluir alineaciones nuevas, eliminar existentes o de no realizar ninguna modificación sobre el trazado obtenido del modelo tridimensional, con el objeto de optimizar la trayectoria del vehículo en función de sus características particulares.

El sistema de adaptación es parte esencial en la gestión energética de la invención. Las características de cada vehículo en concreto son consideradas por el sistema de adaptación para que el sistema de conducción particularice el cálculo y planificación (o recálculo) de los valores de gestión de la conducción a lo largo del recorrido en función del trazado del mismo y aprovechar las energías que intervienen en el movimiento del vehículo y las fuerzas resultantes (inercia) para minimizar o eliminar ineficiencias y/o generar ahorro energético y/o generar energía en motores recargables según los principios generales de las presentes reivindicaciones.

6. Un sistema de cálculo y planificación de los valores de gestión de la conducción (90), integrado en el sistema de conducción de la **reivindicación 1**, de un recorrido seleccionado en la infraestructura, introducida con origen y destino en coordenadas georeferenciadas, adaptado a cada vehículo previamente de acuerdo con la **reivindicación 5**, que calcula y planifica cada uno de los valores de gestión de la

- conducción a lo largo del recorrido, identificando los puntos singulares en los que se modifican y la forma en la que se modifican, adaptados a la parametrización del trazado del modelo tridimensional (60) particularizado al vehículo en base a las presentes reivindicaciones, en condiciones de seguridad, de confort y de máxima eficiencia energética y sostenibilidad.
- El sistema de cálculo y planificación (90) calcula y planifica los momentos del recorrido en los que no es necesario el accionamiento del sistema de propulsión y aprovecha las energías que intervienen en el movimiento del vehículo y las fuerzas resultantes (inercia) para generar ahorro energético y/o para generar energía en motores recargables con el movimiento y/o el frenado y/o cualquier otro sistema de generación.
- El sistema de cálculo y planificación de los valores de gestión (90) arroja en cada punto del recorrido los siguientes resultados: velocidad (90-1), radio de giro del sistema director (90-2) y las instrucciones de gestión del sistema de propulsión y/o frenado (90-3) de acuerdo con las presentes reivindicaciones.
- No obstante lo anterior, el sistema de cálculo y planificación de los valores de gestión de la conducción (90) condiciona la velocidad del vehículo a las limitaciones establecidas, si es el caso, por las autoridades o el gestor de la infraestructura en cualquier circunstancia.
- El sistema de sistema de cálculo y planificación del recorrido (90) es operativo en los modos de conducción asistida y autónoma.
7. Un sistema de recalcular y planificación del recorrido (100) basado en los principios de la **reivindicación 6** e integrado en la **reivindicación 1**, en función de posibles modificaciones derivadas de agentes externos (tráfico, obstáculos, obligaciones, etc.) y/o correcciones necesarias, sean introducidos por el conductor y/o detectados mediante los sensores y/o las cámaras que se integran en la invención, según los principios generales de las presentes reivindicaciones, con el resultado de un recalcular de los valores de gestión de la conducción del resto del recorrido.
- El sistema de sistema de recalcular y planificación (100) del recorrido es operativo en los modos de conducción asistida y autónoma.
8. Un sistema de cálculo por aproximación mediante métodos matemáticos (60-1) del trazado de la infraestructura en coordenadas tridimensionales georeferenciadas integrado en el sistema de creación de un modelo tridimensional (60) de la **reivindicación 2**, que realiza una aproximación matemática geoposicionada, basada en los datos procesados obtenidos de la infraestructura, a las siguientes posibles alineaciones: alineaciones rectas, alineaciones circulares y curvas clotoides de transición en el trazado en planta, y alineaciones rectas y parábolas de transición en el trazado en alzado; y todo ello en base a cualquier normativa, manual o recomendación de diseño del trazado de las infraestructuras de los distintos Estados, o asimilables.
- Las alineaciones curvas en el trazado en planta se aproximan a curvas circulares de radio constante que pasen por al menos tres puntos dados o más significativos. Las alineaciones en el trazado en planta rectas se aproximan a líneas rectas que unen dos puntos dados o más significativos.
- Las alineaciones del trazado en planta de transición entre recta y curva circular o entre curvas circulares se aproximan a curvas con forma de Clotoide, tangente a las alineaciones anterior y posterior a la alineación de transición y que pasen por

puntos dados o más significativos, que están definidas por su constante según su fórmula:

Fórmula: $R * L = Cte^2$
 Siendo: $R = \text{Radio de Curvatura}$
 $L = \text{Longitud de desarrollo del arco}$
 $Cte = \text{constante de la Clotoide}$

Las alineaciones del trazado en alzado de pendiente (pendiente constante positiva) o rampa (pendiente constante negativa), se aproximan a líneas rectas que unen dos puntos dados o más significativos de la alineación en alzado.

Las alineaciones del trazado en alzado de transición entre alineaciones de pendiente constante, se aproximan a curvas parabólicas tangentes a las alineaciones anterior y posterior a la alineación de transición y que pasen por puntos dados o los más significativos, que están definidas por su constante según la fórmula:

Fórmula: $Z = \frac{x^2}{2 K_V}$
 Siendo: $z = \text{elevación de la rasante}$
 $x = \text{longitud del recorrido del trazado}$
 $K_V = \text{constante de la parábola}$

El sistema de cálculo por aproximación matemática selecciona la mejor de las soluciones para que el trazado aproximado sea el más favorable desde el punto de vista de seguridad, confort y máxima eficiencia energética teniendo en cuenta la coordinación del trazado en planta con el trazado en alzado de la infraestructura, de tal forma que si se debe eliminar o corregir una alineación del trazado teórico, el sistema lo mejora para conseguir los objetivos anteriores.

9. Un sistema de gestión del sistema de dirección del vehículo (110-1) integrado en el sistema de conducción de la **reivindicación 1**, que transmite al sistema de dirección del vehículo las instrucciones para que describa la trayectoria, particularizada al vehículo según los principios de la **reivindicación 5**, de la alineación sobre la que se encuentra en el recorrido según los resultados arrojados por el sistema de cálculo y planificación de los valores de gestión (90) de la conducción de la **reivindicación 6** o del sistema de recalcu y planificación del recorrido (100) de la **reivindicación 7**, en función de la trasposición de la geolocalización del vehículo en el modelo tridimensional de parametrización del trazado (60).

El sistema de gestión de dirección (110-1) no modifica (salvo correcciones) la gestión de la dirección del vehículo hasta que el vehículo se encuentre con una nueva alineación recta, curva o curva de transición, en su recorrido, momento en el cual transmite nuevas instrucciones al sistema de dirección del vehículo (110-1) para que describa la nueva trayectoria particularizada, y así sucesivamente. Los cambios en la gestión de la dirección se producen en los puntos singulares del trazado en planta identificados para tal efecto en el modelo tridimensional de parametrización del trazado (60).

En caso de correcciones necesarias por circunstancias determinadas o por cambios de dirección voluntarios del conductor en cualquier punto del recorrido, el sistema de conducción modifica dicho criterio y recalcula una trayectoria alternativa siguiendo los

principios de seguridad, de confort y de máxima eficiencia y sostenibilidad, según los principios generales de la **reivindicación 7**.

El sistema de gestión del sistema de dirección del vehículo (110-1) es operativo en los modos de conducción asistida y autónoma, no obstante en cualquier momento el conductor puede adoptar el control manual mediante una instrucción en el panel de control o mediante la toma de control directo.

10. Un sistema de gestión del sistema de propulsión del vehículo (110-2) integrado en el sistema de conducción de la **reivindicación 1**, que transmite al sistema de propulsión del vehículo las instrucciones, particularizadas al vehículo según los principios de la **reivindicación 5**, según los resultados arrojados por el sistema de cálculo y planificación de los valores de gestión de la conducción (90) de la **reivindicación 6** o del sistema de recalcular y planificación del recorrido (100) de la **reivindicación 7**, en función de la trasposición de la geolocalización del vehículo en el modelo tridimensional de parametrización del trazado (60), de tal forma que: i) adapta la velocidad del vehículo al radio de curvatura de las alineaciones del trazado en planta en condiciones de seguridad y confort. No obstante, el sistema condiciona la velocidad a las limitaciones establecidas, si es el caso, por las autoridades o el gestor de la infraestructura en cualquier circunstancia, de tal forma que establece como velocidad de recorrido la menor de las dos velocidades; y ii) adapta la velocidad del vehículo a los trazados en planta y alzado, a su coordinación y a los puntos singulares del modelo tridimensional (60) de la infraestructura, optimiza el consumo energético del vehículo y minimiza las ineficiencias energéticas en la conducción. Gestiona el ahorro energético planificando los momentos del recorrido en los que no es necesario el accionamiento del sistema de propulsión que, aprovechando las energías que intervienen en el movimiento del vehículo y las fuerzas resultantes (inercia), elimina ineficiencias y/o genera ahorro energético y/o genera energía en motores recargables con el movimiento y/o el frenado y/o de cualquier otro.
- En el caso de correcciones necesarias por circunstancias determinadas o por modificaciones voluntarias por parte del conductor, el sistema de conducción modifica dichos criterios y recalcula unos nuevos valores de gestión para el resto del recorrido según los principios generales de la **reivindicación 7**.

El sistema de gestión del sistema de propulsión del vehículo (110-2) es operativo en los modos de conducción asistida y autónoma, no obstante, en cualquier momento el conductor puede adoptar el control manual mediante una instrucción en el panel de control o mediante la toma de control directo.

11. Sistema de gestión del sistema de frenado del vehículo (110-3) integrado en el sistema de conducción de la **reivindicación 1**, que transmite instrucciones al sistema de frenado del vehículo, particularizadas al mismo según los principios de la **reivindicación 5**, según los resultados arrojados por el sistema de cálculo y planificación de los valores de gestión de la conducción (90) de la **reivindicación 6** o del sistema de recalcular y planificación del recorrido (100) de la **reivindicación 7**, en función de la geolocalización del vehículo en el modelo tridimensional de parametrización del trazado (60), para que adapte su velocidad a los principios generales de confort, seguridad y máxima eficiencia energética y sostenibilidad de la invención y/o para adaptarla a las limitaciones establecidas, si es el caso, por las autoridades o el gestor de la infraestructura.
- El sistema de frenado del vehículo puede ser accionado en cualquier momento por el conductor del vehículo, momento en el cual, el sistema de conducción recalcula nuevos

parámetros de gestión de la conducción para el resto del recorrido siguiendo con los principios de seguridad, de confort y de máxima eficiencia energética y sostenibilidad según los principios generales de la **reivindicación 7**.

- 5 El sistema de gestión del sistema de frenado (110-3) es operativo en los modos de conducción asistida y autónoma, no obstante, en cualquier momento el conductor puede adoptar el control manual mediante una instrucción en el panel de control o mediante la toma de control directo.
- 10 12. Un registro con geolocalización de cualquier tipo de señalización instalada (60-2) en la infraestructura en el modelo tridimensional de definición geométrica de la **reivindicación 2** e integrado en él y por ende en el sistema de conducción de la **reivindicación 1**, para adaptar los valores de gestión de la conducción de la **reivindicación 6** y de la **reivindicación 7**, o cualquier otro, al cumplimiento de la misma.
- 15 13. Un sistema de cálculo de la velocidad, particularizado al vehículo según los principios de la **reivindicación 5**, que garantiza la distancia de frenado en condiciones óptimas de seguridad frente a colisiones según la distancia de visibilidad y/o pérdida del trazado (120) obtenida de la coordinación del trazado en planta y del trazado en alzado del modelo tridimensional de parametrización de la infraestructura (60) de la **reivindicación 2**, integrado en el sistema de cálculo y planificación de los valores de gestión de la conducción
- 20 (90) y (100) de las **reivindicaciones 6** y **7** y por ende en el sistema de conducción de la **reivindicación 1**, en cualquier punto geoposicionado del recorrido, prevaleciendo esta velocidad a la de seguridad o de confort del trazado en planta o de ahorro energético o de cualquier otra.
- 25 14. Un sistema de gestión de cualquier sistema asociado al vehículo distinto de los correspondientes a las reivindicaciones 9, 10 y 11 (130), tales como las señales de advertencia de maniobras (intermitentes, luz de marcha atrás, luces de freno, etc.), acciones de los sistemas de seguridad internos o de cualquier otro tipo que posea el
- 30 vehículo, relacionados con el sistema de conducción de la **reivindicación 1** e incluidos en él y que son adaptados al mismo y a cualquiera de las presentes reivindicaciones para que el primero sea eficaz.
- 35 15. Un sistema de conducción en modo de asistencia al conductor (170), integrado en el sistema de conducción de la **reivindicación 1**, en el cual las instrucciones del conductor prevalecen sobre las generadas por el citado sistema de conducción, de tal modo que cualquiera de sus sistemas de gestión puede ser modificado o corregido en cualquier momento por el conductor. Ante cualquier modificación o corrección introducida por el conductor, el sistema de conducción de la **reivindicación 1** recalcula el recorrido siguiendo los principios de la **reivindicación 7**, volviendo a gestionar los sistemas de conducción
- 40 hasta que no vuelva a ser modificado o corregido por el conductor, momento en el cual vuelve a recalcular el recorrido y así sucesivamente durante todo el recorrido.
- 45 En el modo de gestión asistida, el sistema de dirección del vehículo es gestionado por el sistema de conducción de la **reivindicación 1** pero puede ser modificado o corregido por el conductor en cualquier momento de la conducción. Análogamente, el conductor puede actuar también en cualquier momento en la gestión del sistema de propulsión del vehículo, haciendo prevalecer su instrucción sobre lo planificado. Para actuar sobre el sistema de frenado del vehículo, el conductor debe accionar el sistema de propulsión del vehículo,

entendiendo el sistema de conducción de la **reivindicación 1** que la instrucción de frenado se anula o accionar el freno para activarlo.

El resto de sistemas asociados se comportarán en función de las nuevas instrucciones recibidas por el conductor y en relación a los anteriores sistemas.

- 5 El sistema de conducción en modo de asistencia al conductor (170) permite en cualquier momento adoptar el control manual por parte del conductor mediante una instrucción en el panel de control.
- 10 16. Un sistema de conducción en modo autónoma (180), integrado en el sistema de conducción de la **reivindicación 1**, que es un modelo de autogestión del vehículo en el cual las instrucciones son generadas en cada punto del recorrido en base a los principios del sistema de conducción reflejado en las presentes reivindicaciones.
El sistema de conducción en modo autónomo (180) permite en cualquier momento adoptar el control manual por parte del conductor mediante una instrucción en el panel de control o la toma de control directa por parte del conductor.
- 15 17. Un sistema de cambio de conducción de modo autónomo a asistido y/o manual (190), y las distintas combinaciones, en cualquier momento de la conducción, integrado en el sistema de conducción de la **reivindicación 1**, de tal forma que el conductor puede cambiar de modo a voluntad con una instrucción en el panel de control, tomar el control del vehículo, permitir la asistencia en la conducción o permitir que el sistema autogestione la conducción, todo ello en las condiciones de las presentes reivindicaciones.
- 20 18. Un panel de información (140), integrado en el sistema de conducción de la **reivindicación 1**, donde se refleja en base a las presentes reivindicaciones y en cada punto geoposicionado del recorrido, la posición dentro del modelo tridimensional de parametrización del trazado (60) y los datos de gestión de conducción resultado de la
- 25 planificación del recorrido en el modelo, entre los que destacan velocidad y giro del sistema de dirección, y en donde, en modo de conducción asistida o en modo manual, indicadores reflejan la proximidad de los datos reales de la conducción gestionada por el conductor a los de la planificación del recorrido (o de un recalcu), indicando en color rojo cuando hay una gran desviación y debería ser corregida, en amarillo cuando la desviación no es una
- 30 gran desviación pero debe ser corregida y verde cuando no existe desviación o esta no debe ser corregida.
El panel (140) emite una señal acústica y luminosa que indica una advertencia de necesidad de accionar el sistema de frenado en el momento en el que el sistema de
- 35 conducción entienda que el vehículo circula a una velocidad excesiva respecto a la velocidad planificada que comprometa la seguridad del vehículo y de sus ocupantes.
El panel (140) indica también el tiempo y distancia en el que los distintos valores de gestión de la conducción se deben mantener hasta un nuevo cambio, así como los valores siguientes, aunque no esté en la visión del conductor del vehículo, pues el sistema de
- 40 conducción se adelanta a la conducción mediante la planificación del recorrido.
En el panel de información (140) se refleja la señalización vigente en cada punto del recorrido referente a la conducción.

El sistema de conducción permite en cualquier momento adoptar el control manual por parte del conductor, mediante una instrucción en el panel de información (140), en cualquiera de los modos autónomo o asistido.

- 5 19. Un sistema de parada de emergencia (150), particularizado al vehículo según los principios de la **reivindicación 5**, ante cualquier situación de impedimento de continuar gestionando los sistemas del vehículo por parte de la invención en condiciones de seguridad para el vehículo y sus ocupantes, integrado en el sistema de conducción de la **reivindicación 1**. Independientemente del sistema de conducción (asistida o autónoma), el sistema de
- 10 parada de emergencia (150) calcula, en función de la distancia con cualquier obstáculo y/o vehículo que circule alrededor y del resto de valores de gestión de la conducción en ese momento, una trayectoria y una reducción simultánea de la velocidad del vehículo hasta su parada en condiciones de seguridad.

En el momento en el cual se acciona de forma automática el sistema de parada de emergencia (150) por el sistema de conducción, en el panel de información (140) aparece una señal luminosa y otra sonora que informa de la situación. No obstante, en cualquier

15 momento de la trayectoria de parada, las instrucciones del conductor pueden prevalecer sobre las de la parada de emergencia pasando el conductor a tener el control de la conducción.

- 20 20. Un sistema de detección, información y comprobación de los elementos de la infraestructura (160) durante el recorrido, integrado en el sistema de conducción de la **reivindicación 1**, basados en la toma de datos reales durante el recorrido mediante sensores y cámaras en la parte delantera y trasera del vehículo.

Los sensores y las cámaras (210) detectan e identifican los elementos de la infraestructura relacionados con la conducción (marcas viales, carriles, señalización horizontal, límites de

25 calzada, señalización vertical, sistemas de contención, otros vehículos, obstáculos, etc.), dentro de su campo de acción y se realizan las siguientes acciones:

- Comprobación relativa de la trayectoria real respecto a la del modelo tridimensional del trazado (60) adaptado y particularizado a cada vehículo.
- Detección, ubicación de otros vehículos y cálculo de la distancia relativa respecto
- 30 de estos.
- Detección de obstáculos no identificados en el modelo tridimensional del trazado (60).
- Obtención de la información para recalculos de trayectorias y/o parámetros de conducción, adaptadas a las condiciones de la infraestructura.
- 35 - Ayuda al sistema de parada de emergencia.

Con la información obtenida del sistema de detección, información y comprobación (160), el sistema de conducción de la invención recalcula la trayectoria en el modelo tridimensional de la infraestructura adaptada al vehículo y/o los valores de gestión de la conducción respecto a la planificada para garantizar el correcto funcionamiento del sistema

40 de conducción según los principios de las presentes reivindicaciones.

21. Sensores de distancia y cámaras de procesamiento de imágenes (210) instaladas en el vehículo, tanto en su parte delantera como en su parte trasera, que detectan e identifican cada uno de los elementos de la infraestructura relacionados con la conducción (señalización horizontal, marcas viales, límites de calzada, señalización vertical, otros
- 45 vehículos, obstáculos, etc.) dentro de sus campos de acción, según los principios

generales de la **reivindicación 20**, que gestiona las siguientes ayudas al sistema de conducción:

- 5 - Comprobación relativa de la trayectoria real respecto a la del modelo tridimensional del trazado adaptado y particularizado a cada vehículo según los principios de las reivindicaciones presentes.
- Detección y ubicación de otros vehículos y cálculo de su distancia relativa.
- Detección de obstáculos no identificados en el modelo tridimensional (60).
- 10 - Obtención de la información para recalculos de trayectorias y/o parámetros de conducción, adaptadas a las condiciones de la infraestructura en base a los principios de las reivindicaciones presentes.
- Ayuda a la parada de emergencia según los principios generales de la **reivindicación 19**.

- 15 22. Sistema de conducción en modo manual (200) que debe ser activado por el conductor en el panel de información (140) de la **reivindicación 18** en cualquier momento de la conducción para la completa desactivación del sistema de conducción objeto de la invención.

FIGURA 1

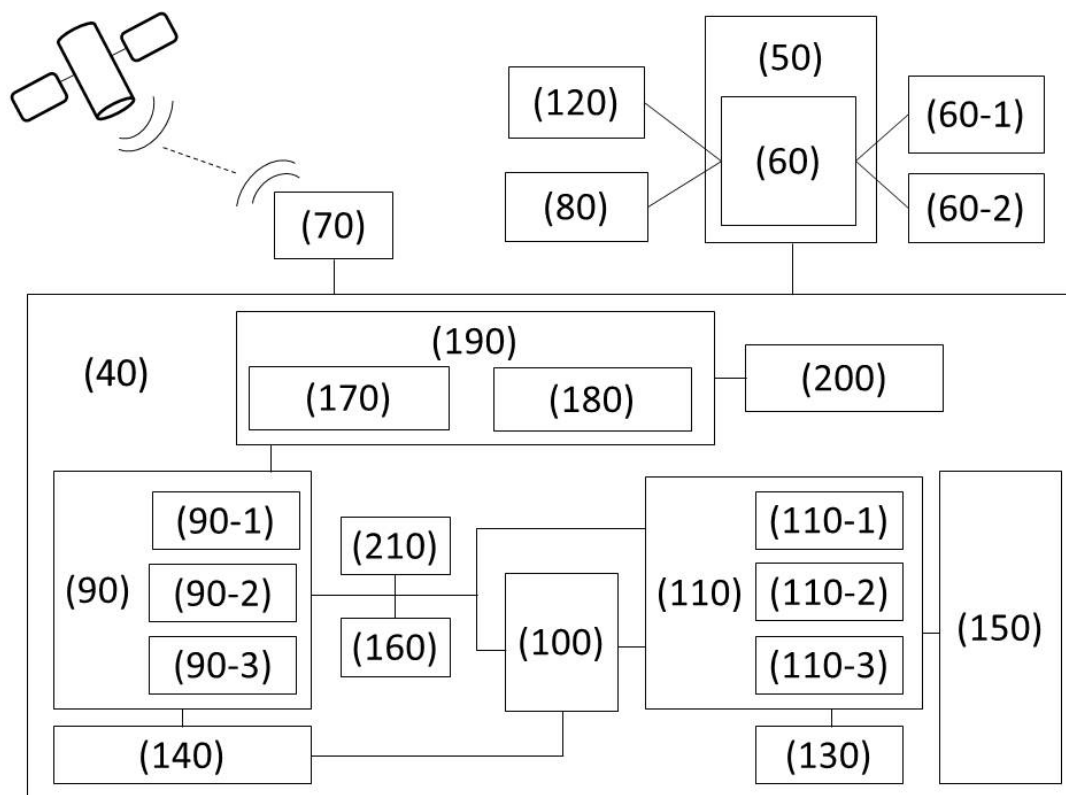


FIGURA 2

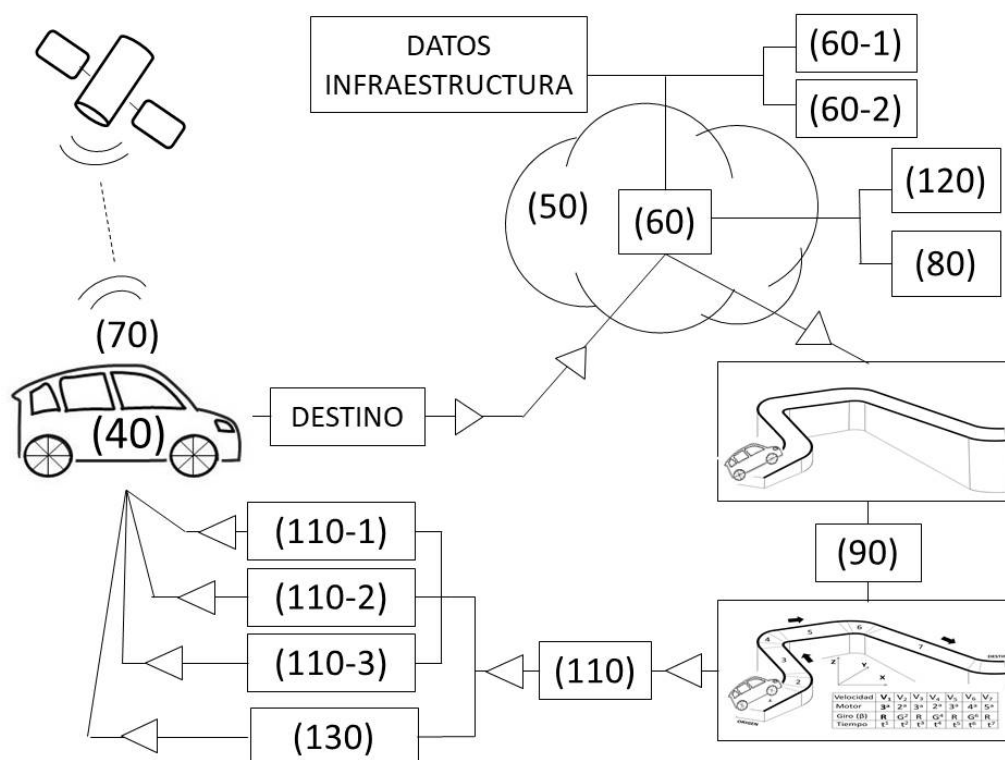


FIGURA 3

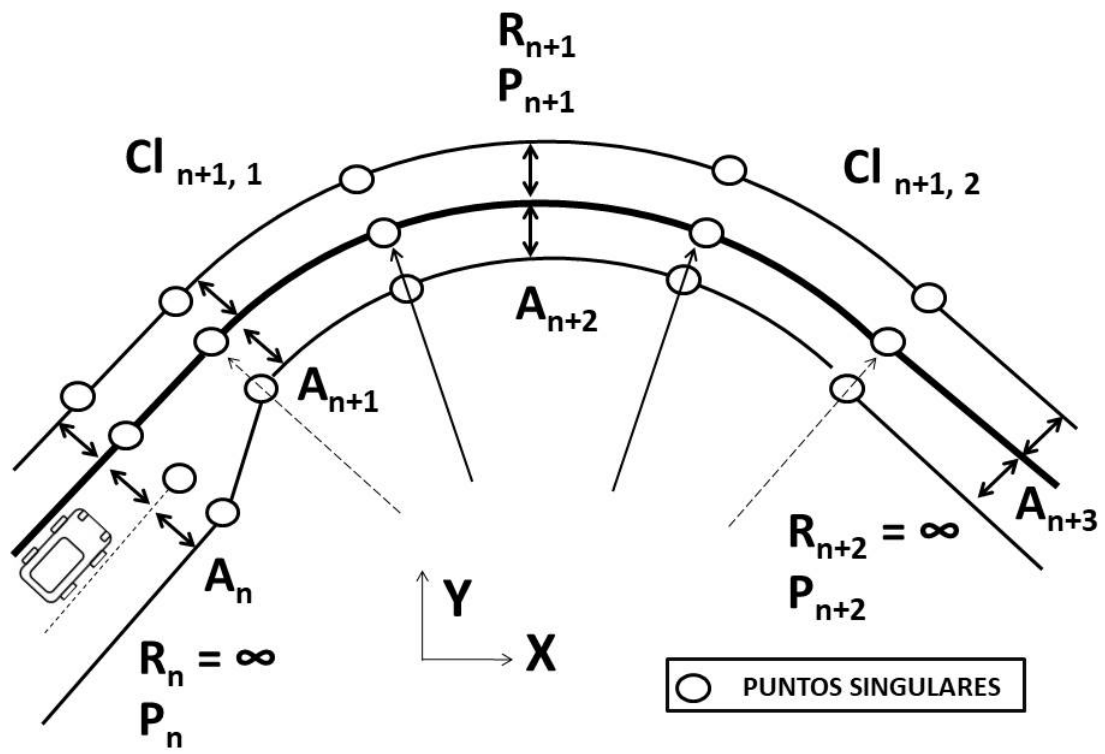


FIGURA 4

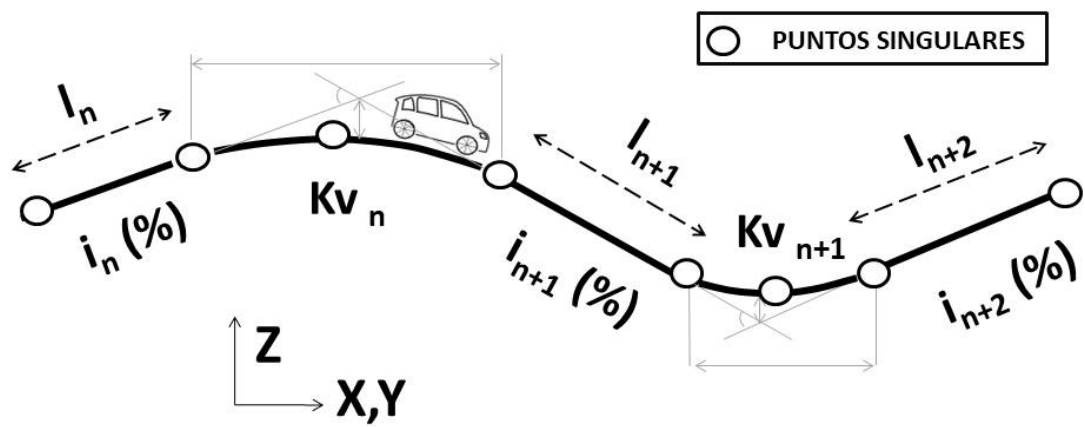


FIGURA 5

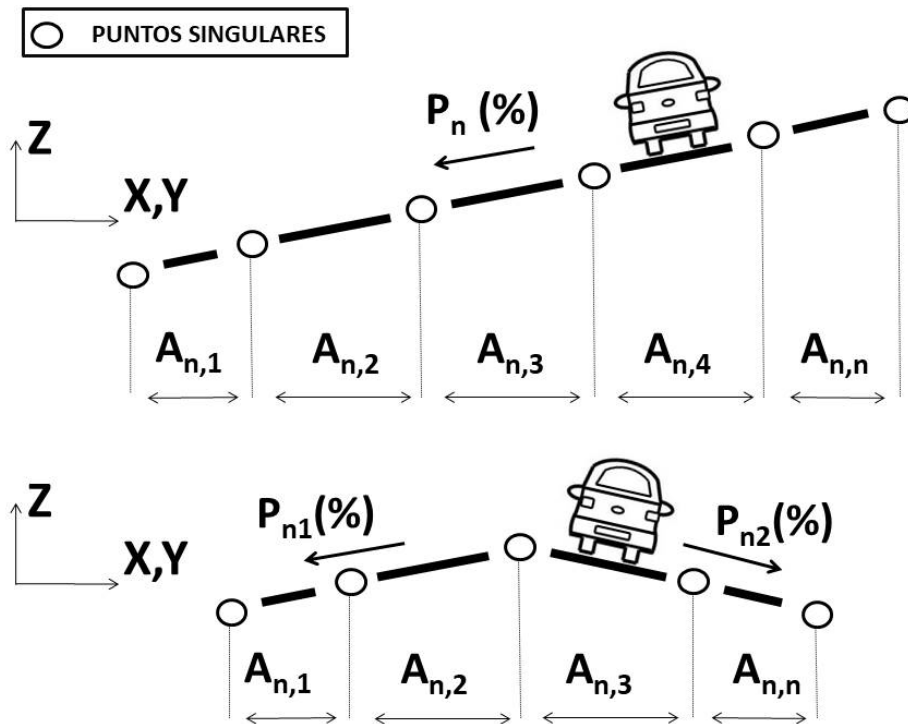


FIGURA 6

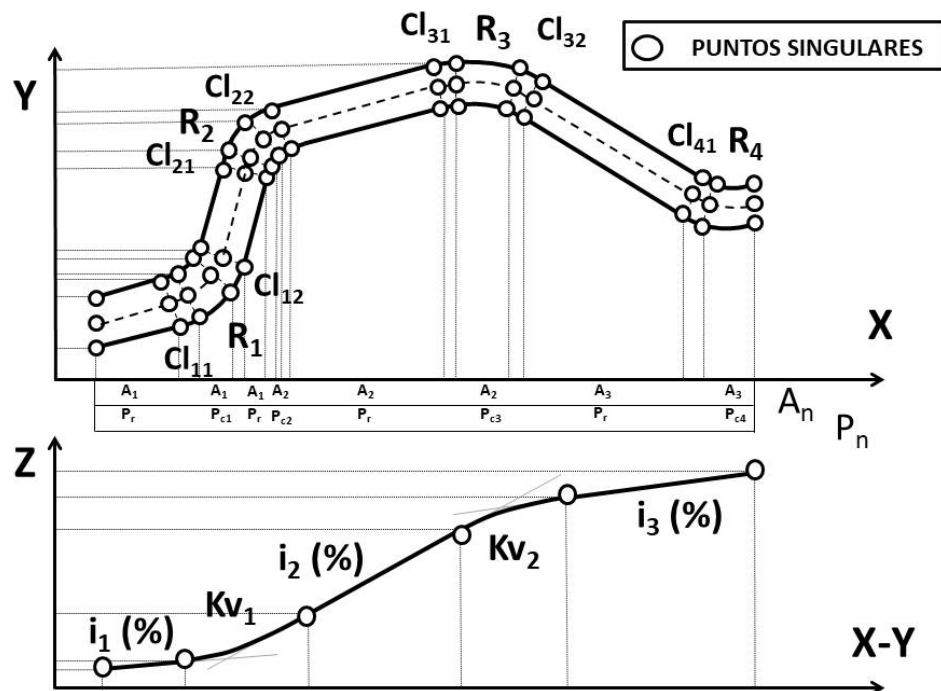


FIGURA 7

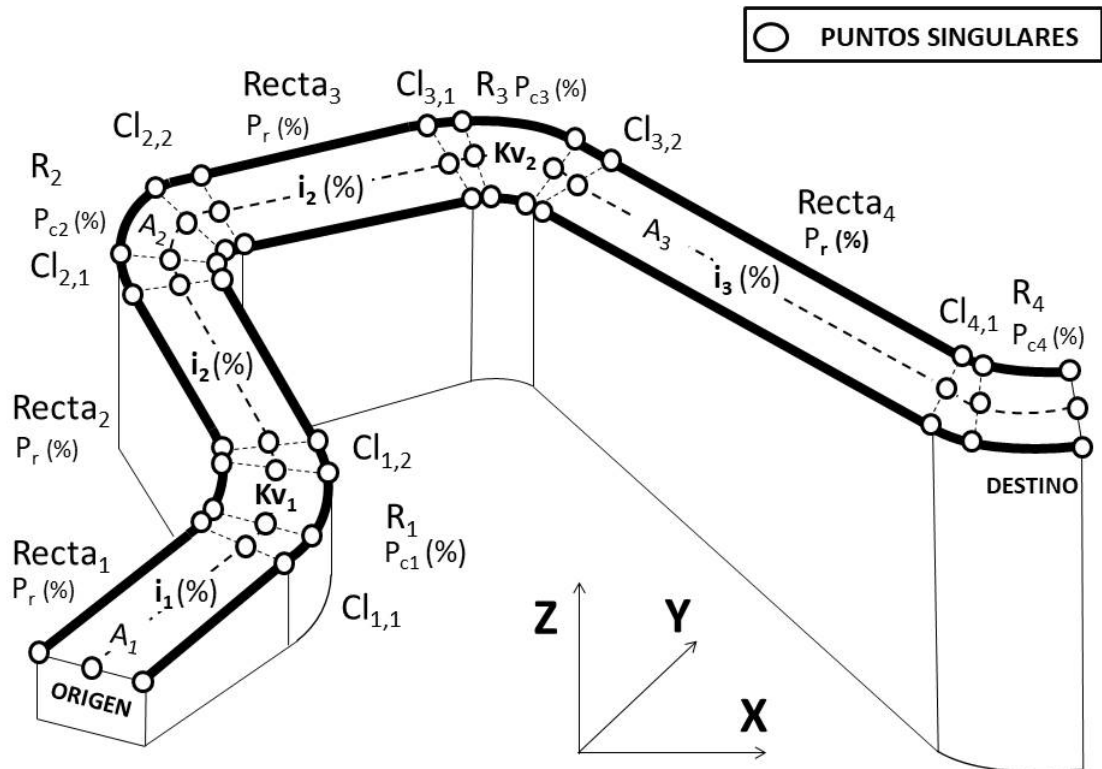


FIGURA 8

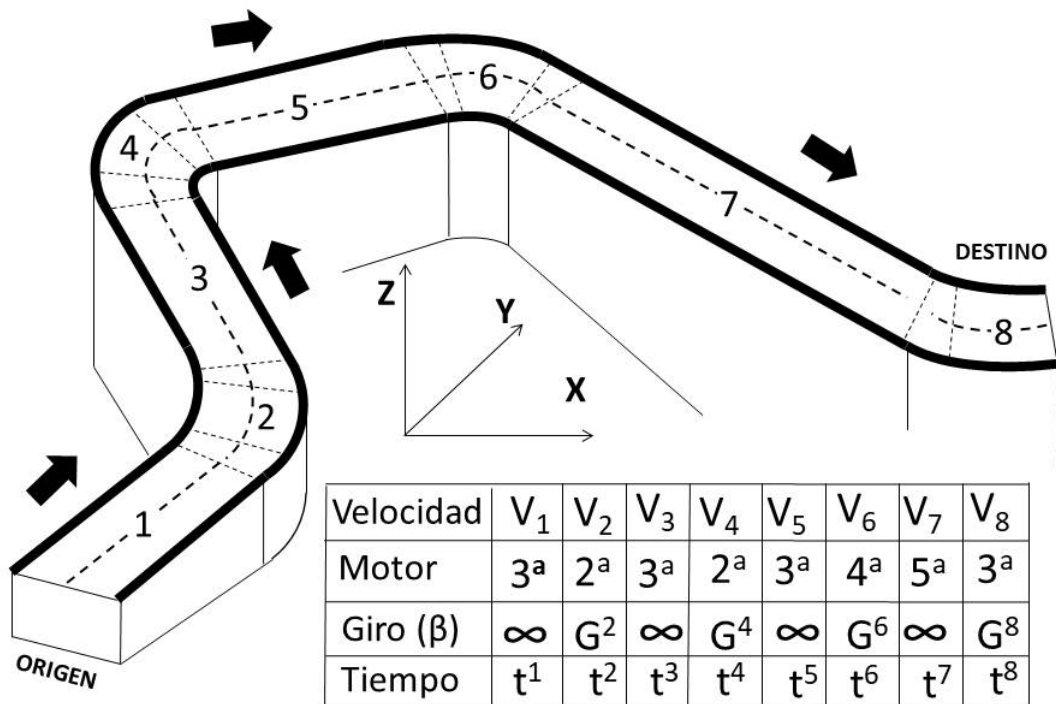


FIGURA 9

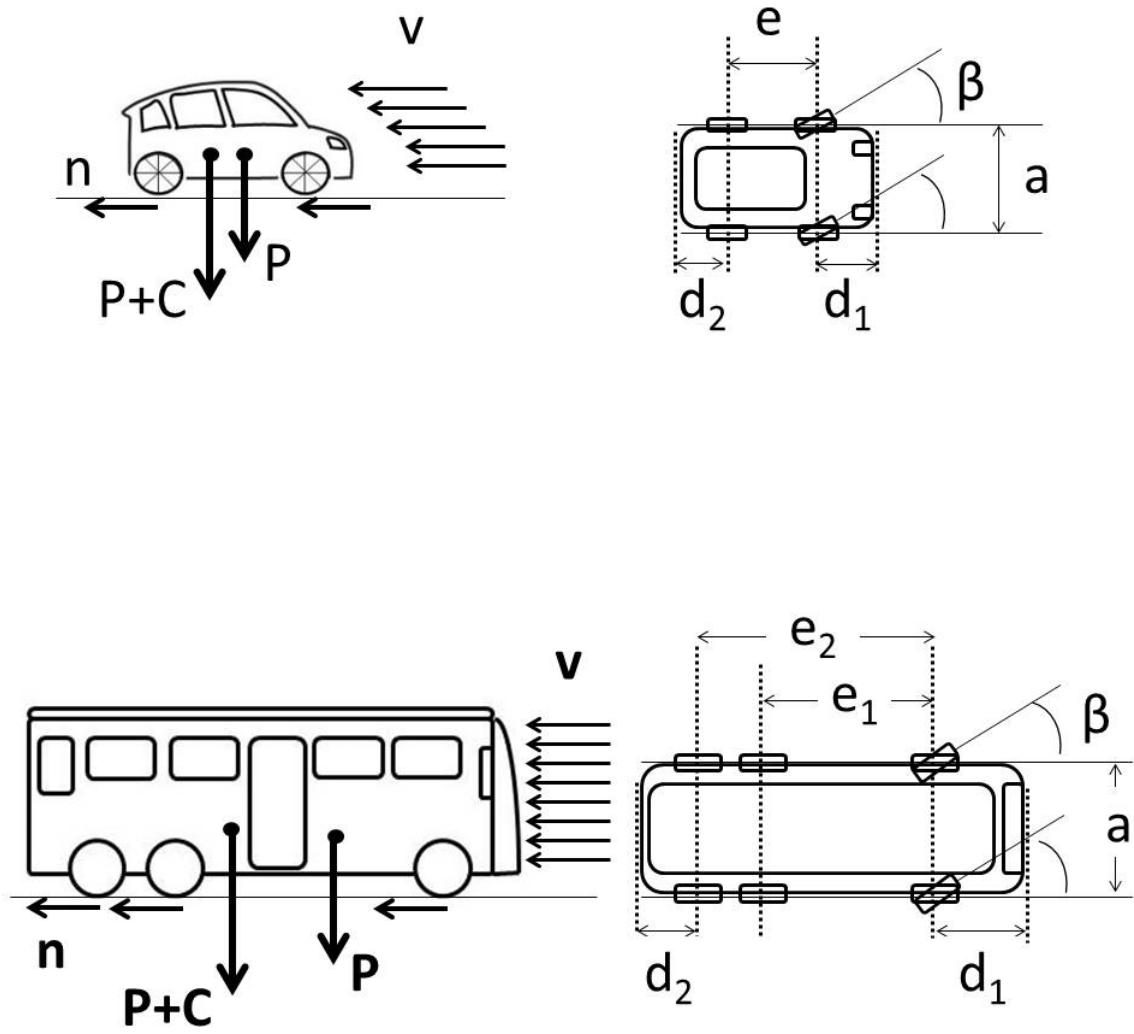


FIGURA 10

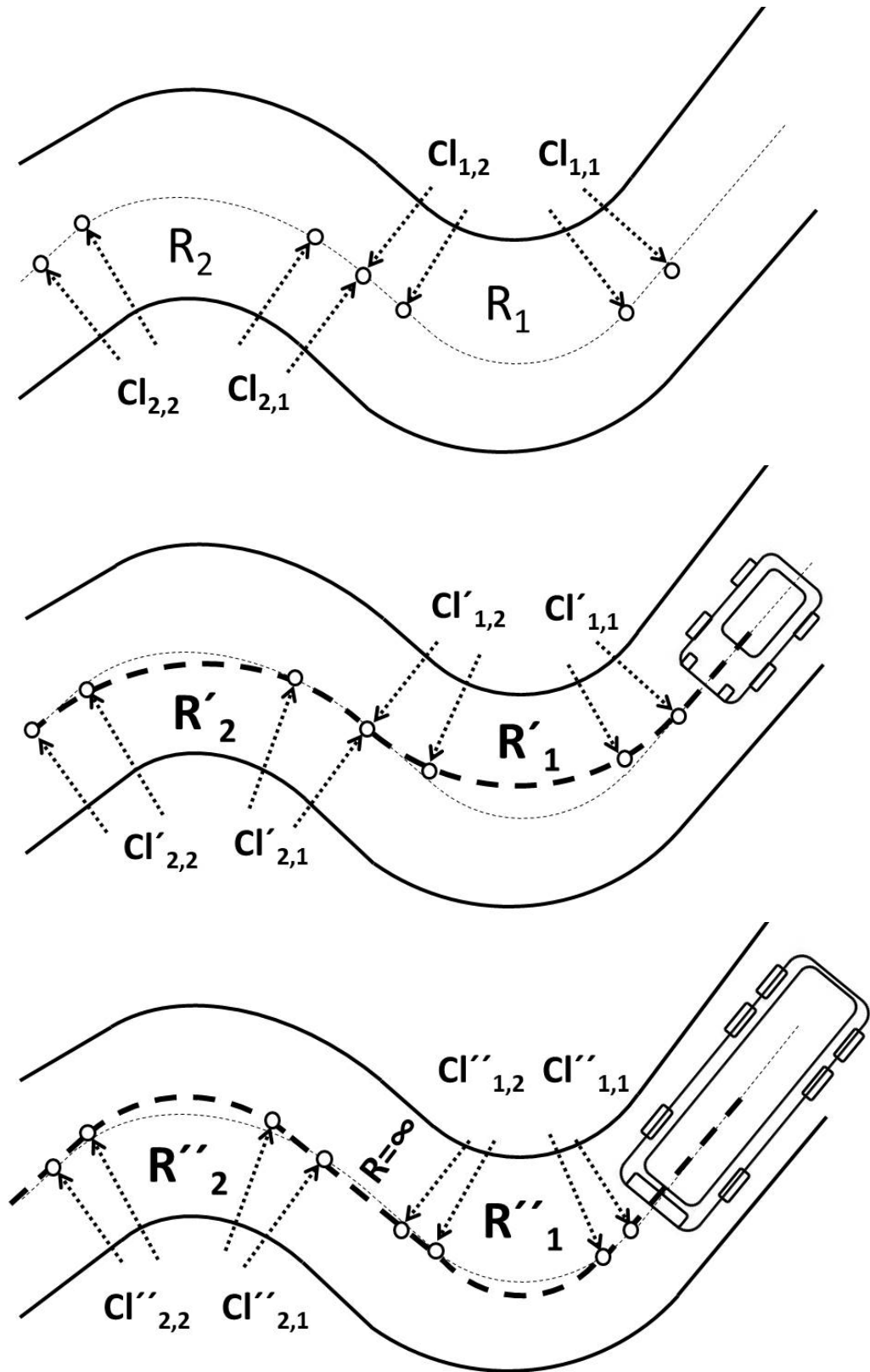


FIGURA 11

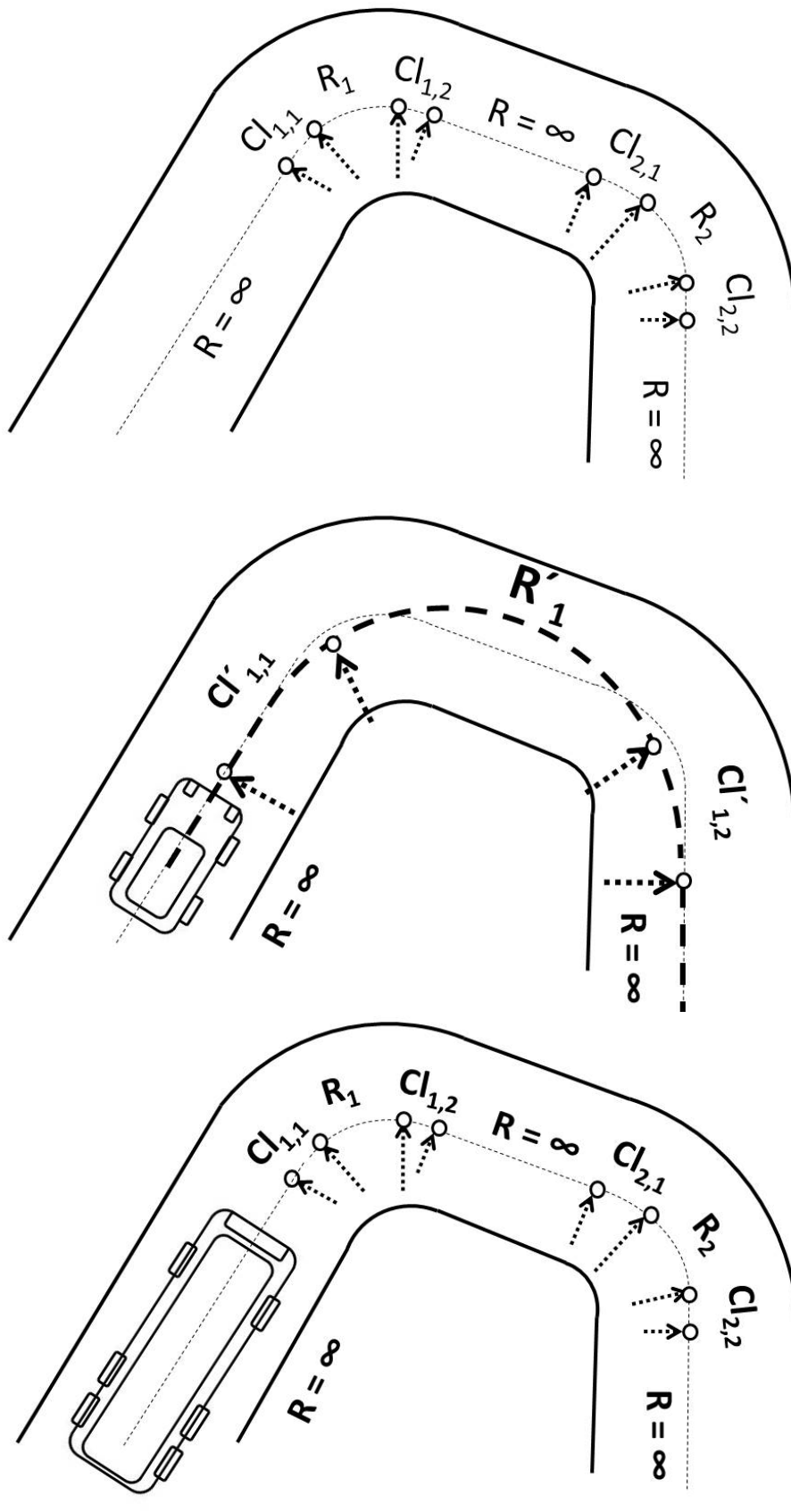


FIGURA 12

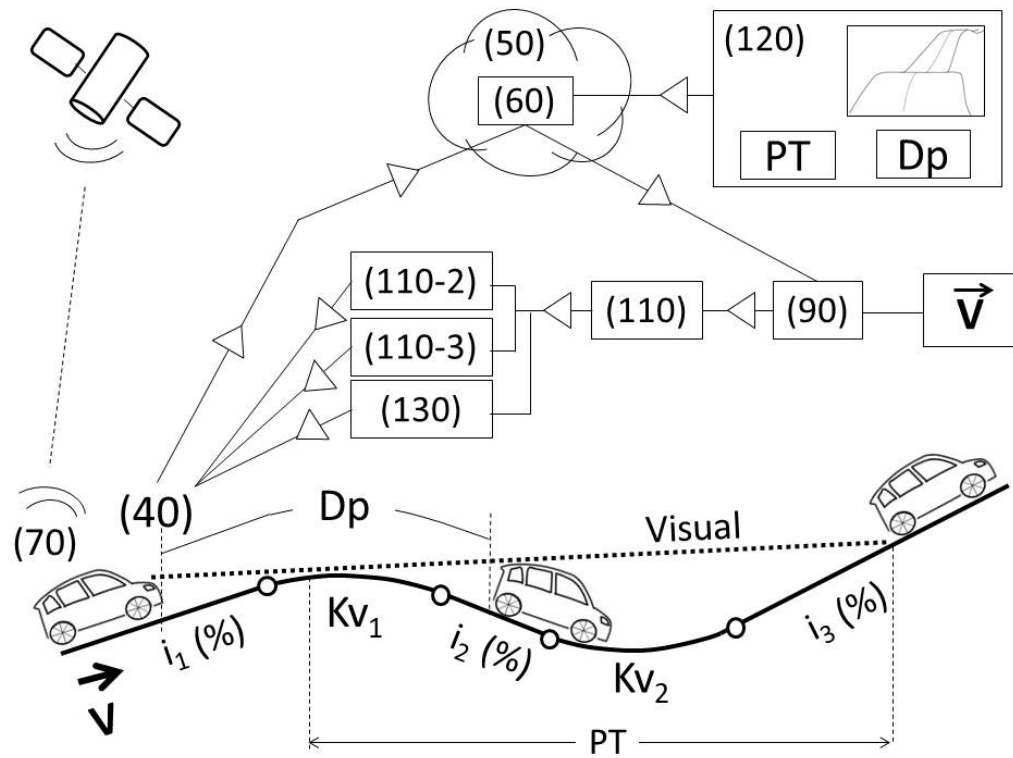


FIGURA 13

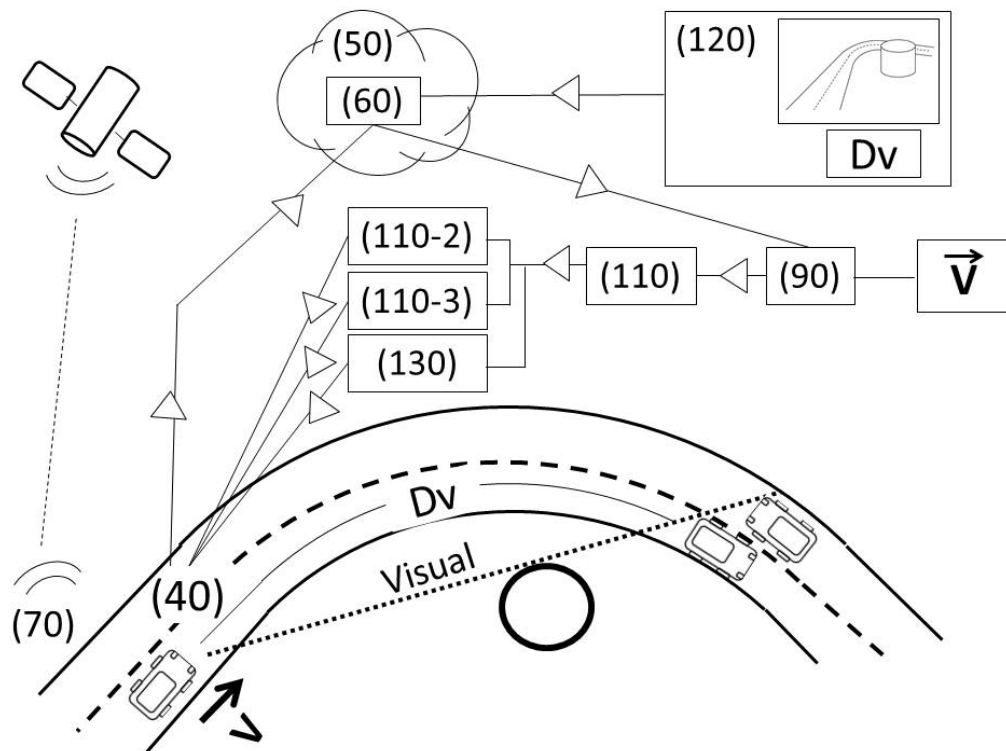


FIGURA 14

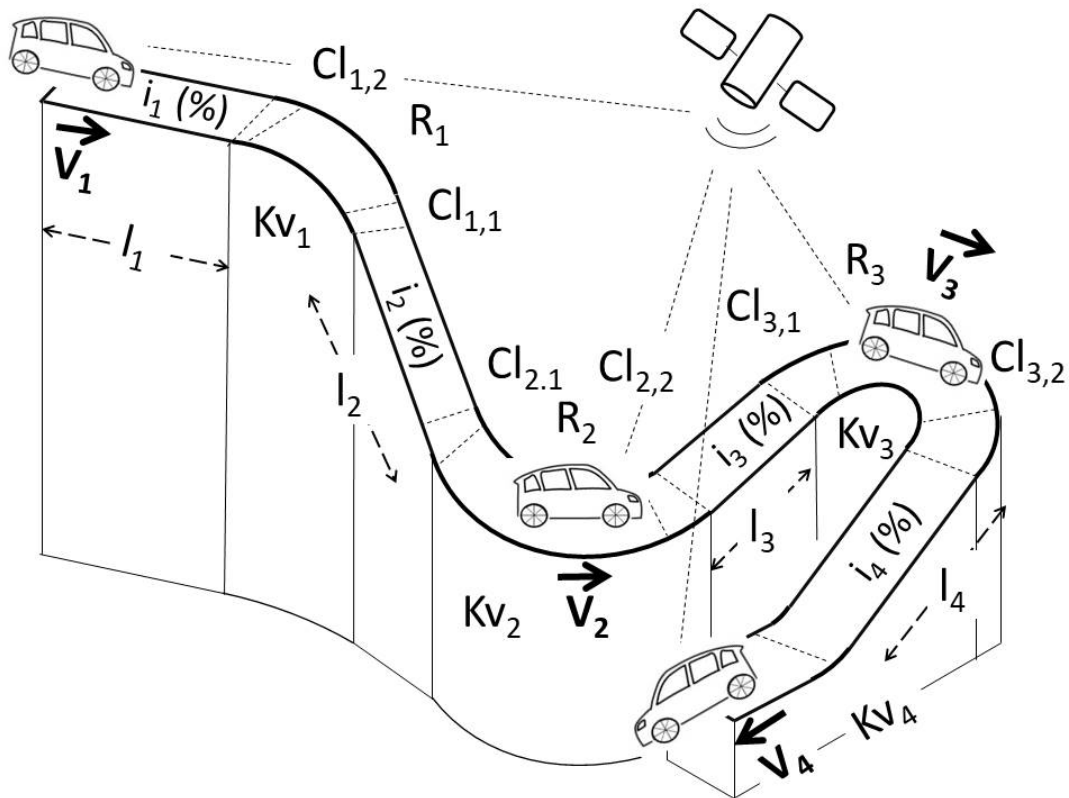


FIGURA 15

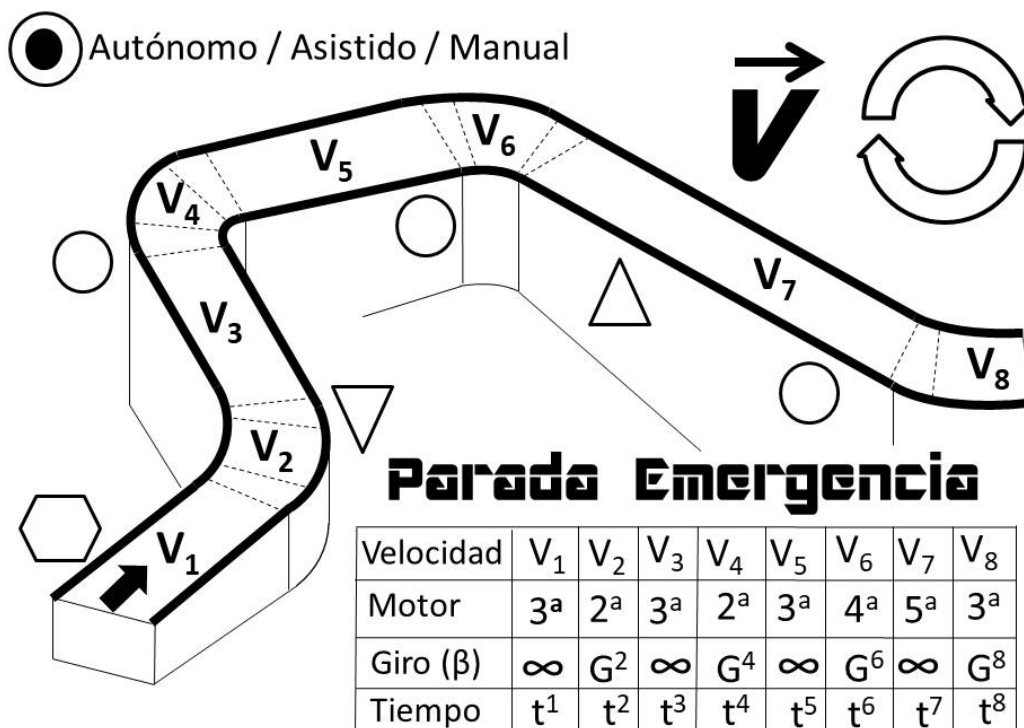


FIGURA 16

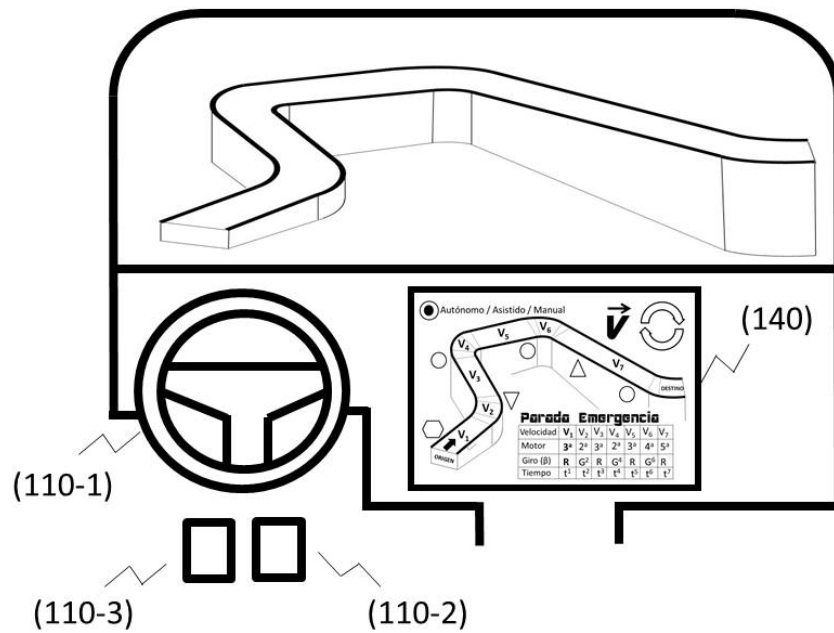


FIGURA 17

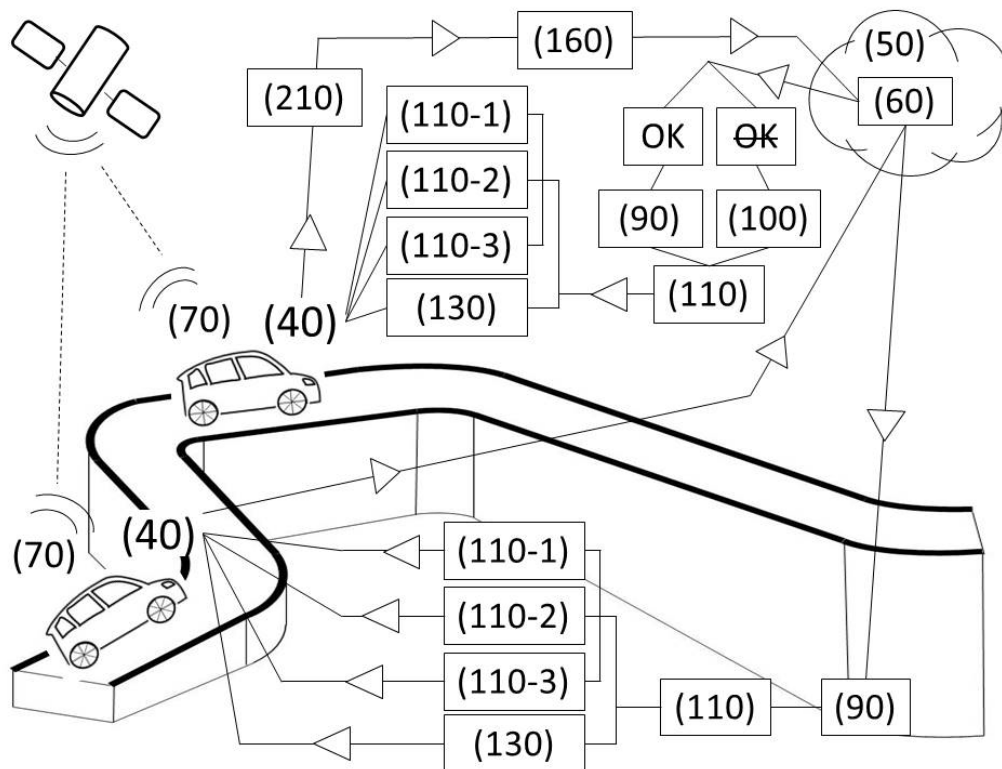


FIGURA 18

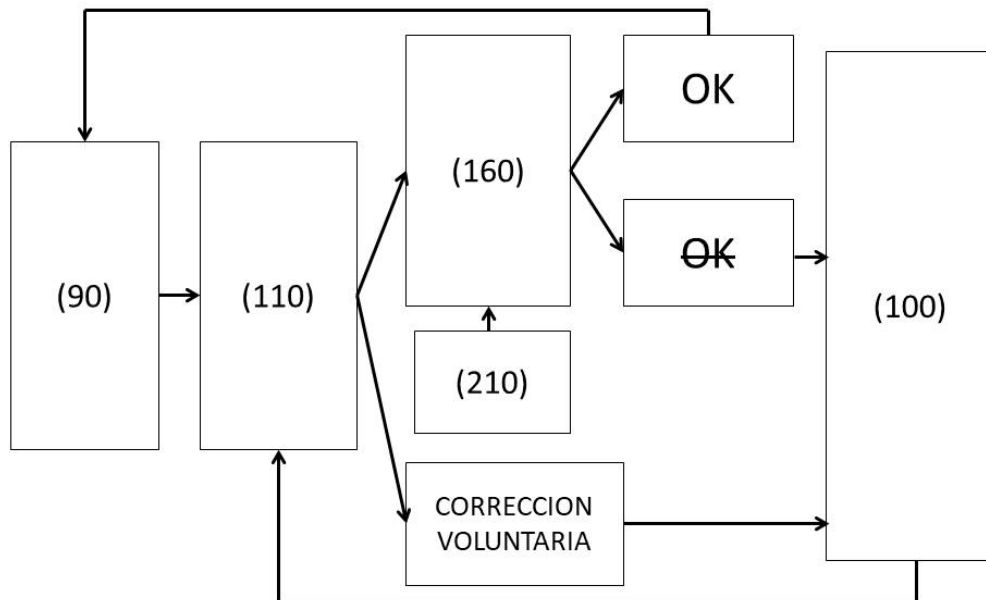
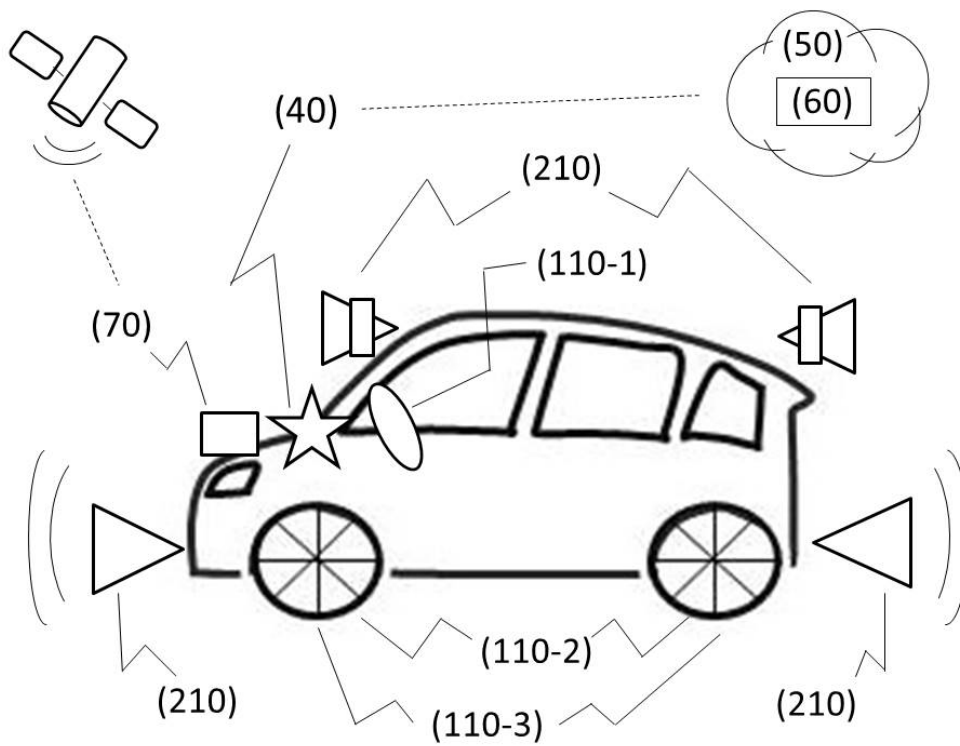


FIGURA 19





- ②① N.º solicitud: 202230618
②② Fecha de presentación de la solicitud: 06.07.2022
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
Y	US 2019361454 A1 (ZENG SHUQING et al.) 28/11/2019, resumen EPODOC; resumen WPI; figuras; párrafos 1-9, 12-19, 23, 24, 44-47, 54, 56, 64, 66, 71, 75, 76, 79-91, 98, 105, 118, 128-132, 145, 157, 170.	1-22
Y	US 2022185336 A1 (KIM KYUNG JUN et al.) 16/06/2022, resumen EPODOC; resumen WPI; figuras; párrafos 2-16, 38, 39, 52, 66-78, 90-94, 101, 108.	1-22
A	US 2021284108 A1 (LIU XIAODONG et al.) 16/09/2021, resumen EPODOC; resumen WPI; figuras; párrafos 2, 4, 22, 23, 25, 26, 27, 29, 31, 32, 34, 36, 39, 43, 45.	1-22
A	CN 110716569 A (716TH RES INST CN SHIPBUILDING IND CORP et al.) 21/01/2020, resumen EPODOC; resumen WPI; figuras.	1-22
A	WO 2022105579 A1 (TENCENT TECH SHENZHEN CO LTD) 27/05/2022, resumen EPODOC; resumen WPI; figuras; párrafos 4, 10, 11, 44, 45, 48, 52, 53, 58, 62, 67, 78, 83.	1-22
		1-22
		1-22
		1-22
		1-22
		1-22

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
08.11.2022

Examinador
A. López Ramiro

Página
1/3



- ②① N.º solicitud: 202230618
②② Fecha de presentación de la solicitud: 06.07.2022
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
A	US 2021206388 A1 (SMITH, ALEX J. et al.) 08/07/2021, resumen EPODOC; resumen WPI; figuras; párrafos 7, 8, 23, 25, 28, 30, 33, 35-38, 44, 46, 48, 52-56.	1-22
A	US 2019361456 A1 (ZENG SHUQING et al.) 28/11/2019, resumen EPODOC; resumen WPI; figuras; párrafos 1-8, 11-13, 19, 24, 45-47, 56, 66.	1-22
A	US 2018107215 A1 (DJURIC NEMANJA et al.) 19/04/2018, resumen EPODOC; resumen WPI; figuras; párrafos 9-1623, 25-29, 31, 32.	1-22
A	EP 3614688 A1 (BAIDU USA LLC) 26/02/2020, resumen EPODOC; resumen WPI; figuras; párrafos 2-1827, 30-36, 41, 42.	1-22
A	KR 20210142063 A 24/11/2021, resumen EPODOC; resumen WPI; figuras; párrafos 8-24.	1-22

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
08.11.2022

Examinador
A. López Ramiro

Página
2/3

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

G05D1/02 (2020.01)

G01S13/931 (2020.01)

G08G1/16 (2006.01)

B60K31/00 (2006.01)

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

G05D, G01S, G08G, B60K

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

INVENES, EPODOC