

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 025 742**

51 Int. Cl.:

G05D 1/00 (2014.01)

B60W 60/00 (2010.01)

B60W 50/08 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.09.2018** **PCT/US2018/052600**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.04.2019** **WO19067421**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.09.2018** **E 18863511 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.03.2025** **EP 3662339**

54 Título: **Múltiples modos de conducción para vehículos autónomos**

30 Prioridad:

27.09.2017 US 201715716872

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

09.06.2025

73 Titular/es:

WAYMO LLC (100.00%)
1600 Amphitheatre Parkway
Mountain View, CA 94043, US

72 Inventor/es:

STARK, ETHAN;
EGNOR, DANIEL, TRAWICK;
CASH, RYAN y
PATTERSON, KATHARINE

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 3 025 742 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Múltiples modos de conducción para vehículos autónomos

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

5 La presente solicitud es una continuación de solicitud de patente de Estados Unidos número 15/716,872, presentada el 27 de septiembre de 2017.

Antecedentes

Algunos vehículos pueden funcionar en distintos modos los cuales proporcionan distintos niveles de control al conductor. Por ejemplo, los vehículos típicos pueden operar en modos de conducción manual, donde un operador o conductor humano controla la aceleración, desaceleración, y dirección del vehículo, así como en modo de conducción semiautónoma, tal como el control de crucero, donde un ordenador del vehículo controla la aceleración y desaceleración a la vez que un conductor controla la dirección, etc. En algunos casos, estos vehículos también pueden operar en modos de conducción autónoma donde el ordenador del vehículo controla todo el frenado, toda la aceleración, desaceleración y dirección del vehículo sin la entrada continua de un conductor o pasajero. En el modo de conducción autónoma, el pasajero puede proporcionar alguna información inicial, tal como la ubicación de destino, y el vehículo maniobra automáticamente hasta ese destino. La publicación de solicitud de patente alemana número DE 10 2014 205830 A1 divulga información relativa al bloqueo por aceptación no autorizada del control de conducción en modo de conducción autónoma. La publicación de solicitud de patente de Estados Unidos número US 2014/0277896 A1 presenta un dispositivo de entrada/volante de doble estado. La publicación de solicitud de patente de Estados Unidos número US 2016/0200317 A1 presenta un dispositivo y método para controlar un vehículo de motor.

Breve resumen

La invención se define en las reivindicaciones. Un aspecto de la invención proporciona un sistema. El sistema incluye uno o más dispositivos informáticos de control configurados para enviar comandos a uno o más actuadores de un vehículo para controlar la desaceleración, la aceleración, y la dirección del vehículo, y en donde el vehículo incluye uno o más dispositivos de entrada de usuario para permitir que un operador humano controle uno o más actuadores con el fin de controlar la desaceleración, la aceleración, y la dirección del vehículo; en donde el uno o más dispositivos informáticos de control están configurados para permitir que el vehículo opere el vehículo en: un modo de conducción manual en donde un operador humano controla la desaceleración, la aceleración, y la dirección del vehículo en el uno o más dispositivos de entrada de usuario; un primer modo de conducción autónoma en donde el uno o más dispositivos informáticos de control están configurados para enviar los comandos para controlar uno o más actuadores y en donde las entradas del operador humano en el uno o más dispositivos de entrada de usuario se priorizan sobre los comandos del uno o más dispositivos informáticos de control de tal modo que el vehículo pasa al modo de conducción manual en respuesta a las entradas del operador humano en el uno o más dispositivos de entrada de usuario; y un segundo modo de conducción autónoma en donde el uno o más dispositivos informáticos de control están configurados para enviar los comandos para controlar uno o más actuadores y en donde los comandos del uno o más dispositivos informáticos de control tienen prioridad sobre las entradas del operador humano del uno o más dispositivos de entrada de usuario.

En un ejemplo, el uno o más dispositivos informáticos están configurados de tal manera que el primer modo de conducción autónoma incluye requisitos de ingreso diferentes a los del segundo modo de conducción autónoma. En otro ejemplo, el uno o más dispositivos informáticos están configurados para impedir las transiciones del modo de conducción manual al segundo modo de conducción autónoma cuando el vehículo está en movimiento. En otro ejemplo, el uno o más dispositivos informáticos están configurados de tal manera que el primer modo de conducción autónoma incluye requisitos diferentes para la transición al modo de conducción manual que el segundo modo de conducción autónoma. En otro ejemplo, el uno o más dispositivos informáticos están configurados para hacer transición del primer modo de conducción autónoma al modo de conducción manual cuando cualquiera de los uno o más actuadores está funcionando en el modo de conducción manual. En este ejemplo, el o los dispositivos informáticos están configurados de tal manera que, cuando cualquiera de los uno o más actuadores está funcionando en el modo de conducción manual, los comandos se ignoran. Adicional o alternativamente, el uno o más actuadores incluyen un actuador de desaceleración configurado para hacer que el vehículo desacelere, un actuador de aceleración configurado para hacer que el vehículo acelere, y un actuador de dirección configurado para cambiar la orientación del vehículo.

En otro ejemplo, el uno o más dispositivos informáticos están configurados para impedir transiciones directas del primer modo de conducción autónoma al segundo modo de conducción autónoma. En otro ejemplo, el uno o más dispositivos informáticos están configurados para impedir transiciones directas del segundo modo de conducción autónoma al primer modo de conducción autónoma. En otro ejemplo, el o más dispositivos informáticos están configurados para operar el vehículo en un tercer modo de conducción autónoma el cual

permite realizar el mantenimiento del vehículo. En otro ejemplo, el uno o más dispositivos informáticos están configurados para operar el vehículo en el tercer modo de conducción autónoma con base en una ubicación actual del vehículo en relación con una ubicación de depósito. En este ejemplo, el uno o más dispositivos informáticos están configurados para operar el vehículo en el tercer modo de conducción autónoma con base en si el vehículo se encuentra en una ubicación específica dentro del depósito. Además o como alternativa, el uno o más dispositivos informáticos están configurados para hacer transición automáticamente del vehículo al tercer modo de conducción autónoma cuando el vehículo llega a la ubicación del depósito. Además o alternativamente, el uno o más dispositivos informáticos están configurados para impedir que el vehículo salga de la ubicación del depósito hasta que el uno o más dispositivos informáticos reciban una instrucción de un dispositivo informático de servidor de despacho que indique que el vehículo es necesario para proporcionar servicios de transporte.

En otro ejemplo, el uno o más dispositivos informáticos están configurados para operar el vehículo en una primera configuración del segundo modo de conducción autónoma donde el vehículo proporciona servicios de transporte a los pasajeros. En otro ejemplo, el uno o más dispositivos informáticos están configurados para operar el vehículo en una segunda configuración del segundo modo de conducción autónoma donde el vehículo proporciona servicios de transporte utilizando restricciones definidas por un estado actual del vehículo. En otro ejemplo, el uno o más dispositivos informáticos están configurados para permitir transiciones al segundo modo de conducción autónoma solo cuando una puerta del vehículo está abierta. En otro ejemplo, el modo de conducción manual está configurado de tal manera que los comandos del uno o más dispositivos informáticos de control son invalidados e ignorados por uno o más actuadores. En otro ejemplo, el sistema incluye uno o más dispositivos de entrada de usuario. En otro ejemplo, el sistema incluye el vehículo.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama funcional de un vehículo de ejemplo de acuerdo con una realización de ejemplo.

La Figura 2 es un ejemplo de información de mapa de acuerdo con aspectos de la invención.

La Figura 3 es una vista externa de ejemplo de un vehículo de acuerdo con aspectos de la invención.

La Figura 4 es un diagrama pictórico de un sistema de ejemplo de acuerdo con una realización de ejemplo.

La Figura 5 es un diagrama funcional del sistema de la Figura 4 de acuerdo con aspectos de la invención.

La Figura 6 es un ejemplo de vista aérea de un área geográfica de acuerdo con aspectos de la invención.

La Figura 7 es un ejemplo de vista aérea del área geográfica de la Figura 6 de acuerdo con aspectos de la invención.

La Figura 8 es un ejemplo de vista aérea del área geográfica de la Figura 6 de acuerdo con aspectos de la invención.

La Figura 9 es un ejemplo de vista aérea del área geográfica de la Figura 6 de acuerdo con aspectos de la invención.

La Figura 10 es un diagrama de flujo de ejemplo de acuerdo con aspectos de la invención.

Descripción detallada

Descripción general

Los vehículos autónomos o los vehículos que tienen un modo de conducción autónomo pueden tener diversos modos de funcionamiento diferentes, que van del manual (donde un conductor controla el frenado, la aceleración y la dirección) hasta el totalmente autónomo (donde un ordenador controla la desaceleración, la aceleración y la dirección) y diversos modos intermedios. En dichos sistemas, un conductor puede cambiar entre modos, por ejemplo de autónomo a manual, proporcionando información en un dispositivo de entrada, tal como un volante, un pedal de freno, un pedal del acelerador, botones, etc. Los dispositivos informáticos de control del vehículo pueden entonces hacer transición del control de la desaceleración, la aceleración, y la dirección al conductor.

Sin embargo, en algunos casos, incluso cuando hay un pasajero en el vehículo, puede que no siempre sea apropiado cambiar directamente de un modo de conducción autónoma a un modo de conducción manual. Por ejemplo, es posible que un pasajero no pueda tomar el control del vehículo debido a su edad, discapacidad, estar dormido, o por no prestar atención. Para impedir tales situaciones, un vehículo autónomo puede tener múltiples modos de conducción autónoma. Por ejemplo, el vehículo autónomo puede incluir uno o más modos de conducción autónoma y, si está disponible, un modo de conducción manual típico.

En un modo de conducción manual, el conductor puede controlar la desaceleración, la aceleración, y la dirección de un vehículo en los dispositivos de entrada. En un primer modo de conducción autónoma, los dispositivos informáticos de control pueden esperar que haya un conductor presente en el vehículo y sea capaz de controlar el vehículo en el modo de conducción manual. El primer modo de conducción autónoma también puede tener una pluralidad de submodos o configuraciones diferentes las cuales permiten diferentes niveles de autonomía en diferentes entornos. El primer modo de conducción autónoma también puede incluir una configuración con modificaciones adicionales para permitir la prueba segura del vehículo cuando haya un conductor de prueba presente.

En un segundo modo de conducción autónoma, los dispositivos informáticos de control pueden esperar que no haya ningún conductor en el vehículo y que sea capaz de controlarlo en el modo de conducción manual. Al igual que el primer modo de conducción autónoma, el segundo modo de conducción autónoma puede incluir una pluralidad de submodos o configuraciones diferentes para proporcionar servicios de transporte. El segundo modo de conducción autónoma también puede incluir una configuración para probar el vehículo.

En algunos casos, el vehículo puede incluir un tercer modo de conducción autónoma que permite realizar cambios de servicio o software en el vehículo. Este tercer modo de conducción autónoma puede considerarse un modo "depósito" que permite a un operador interactuar con el vehículo y abordar cualquier orden de trabajo generada para el vehículo por los dispositivos 410 informáticos del servidor. El tercer modo de conducción autónoma puede incluir un aspecto de geocercado que impide o limita la capacidad de que el vehículo reciba servicio cuando su ubicación actual no está en un depósito o dentro de una distancia predeterminada de dicho depósito o en una ubicación específica dentro de un depósito.

Como se señaló anteriormente, los dispositivos informáticos del vehículo pueden configurarse para impedir "activaciones accidentales" o "desactivaciones accidentales" de los modos de conducción autónoma. Esto puede incluir limitar tipos específicos de transiciones, requerir condiciones específicas del vehículo, usar geocercado, y/o requerir autorización específica.

Las características descritas en el presente documento proporcionan transiciones seguras y efectivas entre diferentes modos de conducción autónoma y entre diferentes modos de conducción autónoma y un modo de conducción manual. El primer modo de conducción autónoma puede ser especialmente útil al probar el vehículo (es decir, cuando hay un conductor de prueba en el vehículo) y cuando un conductor puede tomar el control del vehículo en caso de una situación incómoda o de emergencia. El segundo modo de conducción autónoma puede ser especialmente útil en situaciones en las cuales no hay pasajeros en el vehículo o alguno de los pasajeros no puede tomar el control del vehículo debido a la edad, una discapacidad, estar dormido, o por no prestar atención.

Sistemas de ejemplo

Como se muestra en la Figura 1, un vehículo 100 de acuerdo con un aspecto de la invención incluye diversos componentes. Si bien ciertos aspectos de la invención son particularmente útiles en relación con tipos específicos de vehículos, el vehículo puede ser cualquier tipo de vehículo, que incluye, entre otros, automóviles, camiones, motocicletas, autobuses, vehículos recreativos, etc. El vehículo puede tener uno o más dispositivos informáticos de control, tal como el dispositivo 110 informático que contiene uno o más procesadores 120, memoria 130 y otros componentes típicamente presentes en dispositivos informáticos de uso general.

La memoria 130 almacena información accesible por uno o más procesadores 120, incluidas instrucciones 134 y datos 132 que pueden ser ejecutados o utilizados de otra manera por el procesador 120. La memoria 130 puede ser de cualquier tipo capaz de almacenar información accesible por el procesador, que incluye un medio legible por un dispositivo informático u otro medio que almacene datos que puedan leerse con la ayuda de un dispositivo electrónico, tal como un disco duro, una tarjeta de memoria, una ROM, una RAM, un DVD u otros discos ópticos, así como otras memorias con capacidad de escritura y de sólo lectura. Los sistemas y métodos pueden incluir diferentes combinaciones de lo anterior, mediante las cuales diferentes porciones de las instrucciones y datos se almacenan en diferentes tipos de medios.

Las instrucciones 134 pueden ser cualquier conjunto de instrucciones que se ejecutarán directamente (tal como código de máquina) o indirectamente (tal como scripts) por el procesador. Por ejemplo, las instrucciones pueden almacenarse como código del dispositivo informático en el medio legible del dispositivo informático. En ese sentido, los términos "instrucciones" y "programas" podrán utilizarse indistintamente en el presente documento. Las instrucciones pueden almacenarse en formato de código objeto para su procesamiento directo por el procesador, o en cualquier otro lenguaje del dispositivo informático, incluidos scripts o colecciones de módulos de código fuente independientes que se interpretan a pedido o se compilan con antelación. A continuación se explican con más detalle las funciones, métodos y rutinas de las instrucciones.

Los datos 132 pueden ser recuperados, almacenados o modificados por el procesador 120 de acuerdo con las instrucciones 134. Por ejemplo, aunque el objeto reivindicado no está limitado por ninguna estructura de datos particular, los datos pueden almacenarse en registros de dispositivos informáticos, en una base de datos

relacional como una tabla que tiene una pluralidad de campos y registros diferentes, documentos XML o archivos planos. Los datos también pueden formatearse en cualquier formato legible por un dispositivo informático.

5 El uno o más procesadores 120 pueden ser cualquier procesador convencional, tal como las CPU disponibles comercialmente. Alternativamente, uno o más procesadores pueden ser un dispositivo dedicado, tal como un ASIC u otro procesador con base en hardware. Aunque la Figura 1 ilustra funcionalmente el procesador, la memoria, y otros elementos del dispositivo 110 informático que están como dentro del mismo bloque, aquellos con conocimientos ordinarios en la técnica entenderán que el procesador, el dispositivo informático o la memoria pueden en realidad incluir múltiples procesadores, dispositivos informáticos, o memorias que pueden 10 o no estar almacenados dentro de la misma carcasa física. Por ejemplo, la memoria puede ser un disco duro u otro medio de almacenamiento ubicado en una carcasa diferente a la del dispositivo 110 informático. En consecuencia, las referencias a un procesador o dispositivo informático se entenderán como referencias a una colección de procesadores o dispositivos informáticos o memorias que pueden o no funcionar en paralelo.

15 El dispositivo 110 informático puede tener todos los componentes normalmente utilizados en conexión con un dispositivo informático tales como el procesador y la memoria descritos anteriormente, así como una entrada 150 de usuario (por ejemplo, un ratón, teclado, pantalla táctil y/o micrófono) y diversas pantallas electrónicas (por ejemplo, un monitor que tenga una pantalla o cualquier otro dispositivo eléctrico que pueda funcionar para mostrar información). En este ejemplo, el vehículo incluye una pantalla 152 electrónica interna así como uno o más altavoces 154 para proporcionar información o experiencias audiovisuales. A este respecto, la pantalla 152 20 electrónica interna puede estar ubicada dentro de una cabina del vehículo 100 y puede ser utilizada por el dispositivo 110 informático para proporcionar información a los pasajeros dentro del vehículo 100.

25 El dispositivo 110 informático también puede incluir una o más conexiones 156 de red inalámbrica para facilitar la comunicación con otros dispositivos informáticos, tales como los dispositivos informáticos de cliente y los dispositivos informáticos de servidor descritos en detalle a continuación. Las conexiones de red inalámbrica pueden incluir protocolos de comunicación de corto alcance tales como Bluetooth, Bluetooth de baja energía (LE), conexiones celulares, así como diversas configuraciones y protocolos que incluyen Internet, World Wide Web, intranets, redes privadas virtuales, redes de área amplia, redes locales, redes privadas que utilizan 30 protocolos de comunicación propietarios de una o más empresas, Ethernet, WiFi y HTTP, y diversas combinaciones de los anteriores.

30 En un ejemplo, el dispositivo 110 informático puede ser un sistema informático de conducción autónoma incorporado al vehículo 100. El sistema informático de conducción autónoma puede ser capaz de comunicarse con diversos componentes del vehículo con el fin de controlar el movimiento del vehículo 100 de acuerdo con el código de control del vehículo primario de la memoria 130. Por ejemplo, volviendo a la Figura 1, el dispositivo 110 informático puede estar en comunicación con diversos sistemas del vehículo 100, tales como el sistema 35 160 de desaceleración, el sistema 162 de aceleración, el sistema 164 de dirección, el sistema 166 de señalización, el sistema 168 de navegación, el sistema 170 de posicionamiento, el sistema 172 de percepción, y el sistema 174 de potencia con el fin de controlar el movimiento, la velocidad, etc. del vehículo 100 de acuerdo con las instrucciones 134 de la memoria 130. De nuevo, aunque estos sistemas se muestran como externos al dispositivo 110 informático, en realidad, estos sistemas también pueden incorporarse al dispositivo 110 40 informático, nuevamente como un sistema informático de conducción autónoma para controlar el vehículo 100.

A modo de ejemplo, el dispositivo 110 informático puede interactuar con uno o más actuadores del sistema 160 de desaceleración y/o del sistema 162 de aceleración, tales como frenos, pedal del acelerador, y/o el sistema 174 de potencia (es decir, un motor del vehículo 100), con el fin de controlar la velocidad del vehículo. De manera similar, uno o más actuadores del sistema 164 de dirección, tales como un volante, un árbol de dirección y/o un piñón y cremallera en un sistema de cremallera y piñón, pueden ser utilizados por el dispositivo 110 45 informático con el fin de controlar la dirección del vehículo 100. Por ejemplo, si el vehículo 100 está configurado para su uso en una carretera, tal como un automóvil o un camión, el sistema de dirección puede incluir uno o más actuadores para controlar el ángulo de las ruedas para girar el vehículo. El sistema 166 de señalización puede ser utilizado por los dispositivos 110 informáticos para señalar la intención del vehículo a otros conductores o vehículos, por ejemplo, encendiendo las luces de giro o de freno cuando sea necesario. 50

El sistema 168 de navegación puede ser utilizado por el dispositivo 110 informático con el fin de determinar y seguir una ruta hacia una ubicación. A este respecto, el sistema 168 de navegación y/o los datos 132 pueden almacenar información cartográfica detallada, por ejemplo, mapas muy detallados que identifican la forma y la elevación de carreteras, líneas de carriles, intersecciones, cruces de peatones, límites de velocidad, señales 55 de tráfico, edificios, señales, información de tráfico en tiempo real, vegetación, u otros objetos e información similares. Por ejemplo, la Figura 2 es un ejemplo de información 200 del mapa. En este ejemplo, la información 200 del mapa incluye la forma y la ubicación de los carriles 210, 212, delimitados por las líneas 220, 222, 230, 232 de carril. Como se señaló anteriormente, la información del mapa puede incluir diversas otras características que no se muestran en este ejemplo.

Como se analiza más adelante, la información del mapa también puede incluir información que identifique las ubicaciones de los depósitos. Los depósitos pueden ser ubicaciones fijas las cuales incluyen áreas de estacionamiento o espacios para los vehículos. Algunos depósitos también pueden incluir uno o más operadores humanos que pueden gestionar órdenes de trabajo y transiciones de vehículos como se analiza más adelante. Estos depósitos pueden tener diferentes características, tales como disponibilidad, ancho de banda de admisión, servicios disponibles, etc. Además, algunos depósitos pueden tener características tales como sombra, estaciones de reabastecimiento de combustible o de carga, servicios de limpieza, y servicios de mantenimiento. En algunos ejemplos, la información del mapa también puede identificar las características físicas de los depósitos con el fin de permitir que el vehículo opere en un modo de conducción autónoma dentro del depósito. En este sentido, la información del mapa también puede identificar áreas específicas del depósito, tal como un área de mantenimiento, que se puede utilizar para hacer la transición automática del vehículo a un modo de conducción autónoma específico, como se analiza más adelante. Por ejemplo, la información 200 del mapa incluye un depósito 240 con entrada 242 y salida 244. La información del mapa también identifica características dentro del depósito 240, tales como lugares 250- 254 de estacionamiento, así como el área 260 de mantenimiento para realizar diversos mantenimientos, tales como limpieza, cambios de aceite, reabastecimiento de combustible, carga, etc., en el vehículo 100.

El sistema 170 de posicionamiento puede ser utilizado por el dispositivo 110 informático con el fin de determinar la posición relativa o absoluta del vehículo en un mapa o en la tierra. Por ejemplo, el sistema 170 de posición puede incluir un receptor GPS para determinar la posición de latitud, longitud y/o altitud del dispositivo. También se pueden utilizar otros sistemas de localización, tales como sistemas de localización con base en láser, GPS asistido por inercia o localización con base en cámara, para identificar la ubicación del vehículo. La ubicación del vehículo puede incluir una ubicación geográfica absoluta, tal como latitud, longitud y altitud, así como información de ubicación relativa, tal como la ubicación relativa a otros automóviles inmediatamente a su alrededor, la cual a menudo se puede determinar con menos ruido que la ubicación geográfica absoluta.

El sistema 170 de posicionamiento también puede incluir otros dispositivos en comunicación con el dispositivo 110 informático, tales como un acelerómetro, un giroscopio u otro dispositivo de detección de dirección/velocidad para determinar la dirección y la velocidad del vehículo o cambios en las mismas. Sólo a modo de ejemplo, un dispositivo de aceleración puede determinar su cabeceo, guiñada o balanceo (o cambios en los mismos) en relación con la dirección de la gravedad o un plano perpendicular a esta. El dispositivo también puede rastrear aumentos o disminuciones en la velocidad y la dirección de dichos cambios. El suministro de datos de ubicación y orientación del dispositivo como se establece en el presente documento se puede proporcionar automáticamente al dispositivo 110 informático, a otros dispositivos informáticos y a combinaciones de los anteriores.

El sistema 172 de percepción también incluye uno o más componentes para detectar objetos externos al vehículo, tal como otros vehículos, obstáculos en la calzada, señales de tráfico, señales, árboles, etc. Por ejemplo, el sistema 172 de percepción puede incluir láseres, sonares, radares, cámaras y/o cualquier otro dispositivo de detección que registre datos que puedan ser procesados por el dispositivo 110 informático. En el caso de que el vehículo sea un vehículo de pasajeros, tal como una minivan, esta puede incluir un láser u otros sensores montados en el techo u otra ubicación conveniente. Por ejemplo, la Figura 3 es un ejemplo de vista externa del vehículo 100. En este ejemplo, la carcasa 310 del techo y la carcasa 312 tipo domo pueden incluir un sensor lidar, así como diversas cámaras y unidades de radar. Además, la carcasa 320 ubicada en el extremo delantero del vehículo 100 y las carcasas 330, 332 en los lados del conductor y del pasajero del vehículo pueden almacenar cada una un sensor lidar. Por ejemplo, la carcasa 330 está situada delante de la puerta 360 del conductor. El vehículo 100 también incluye carcasas 340, 342 para unidades de radar y/o cámaras también ubicadas en el techo del vehículo 100. Es posible que se ubiquen unidades de radar y cámaras adicionales (no se muestran) en los extremos delantero y posterior del vehículo 100.

El dispositivo 110 informático puede controlar la dirección y la velocidad del vehículo controlando diversos componentes. A modo de ejemplo, el dispositivo 110 informático puede navegar el vehículo hasta una ubicación de destino de forma completamente autónoma utilizando datos del sistema 168 de navegación e información cartográfica detallada. El dispositivo 110 informático puede utilizar el sistema 170 de posicionamiento para determinar la ubicación del vehículo y el sistema 172 de percepción para detectar y responder a los objetos cuando sea necesario para llegar a la ubicación de manera segura. Para ello, el dispositivo 110 informático puede hacer que el vehículo acelere (por ejemplo, incrementando el combustible u otra energía proporcionada al motor por el sistema 162 de aceleración), desacelere (por ejemplo, disminuyendo el combustible suministrado al motor, cambiando de marcha, y/o aplicando los frenos por el sistema 160 de desaceleración), cambie de dirección (por ejemplo, girando las ruedas delanteras o posteriores del vehículo 100 por el sistema 164 de dirección), y señalice dichos cambios (por ejemplo, encendiendo las señales de giro del sistema 166 de señalización). De este modo, el sistema 162 de aceleración y el sistema 160 de desaceleración pueden ser parte de un sistema de transmisión que incluye diversos componentes entre un motor del vehículo y las ruedas del vehículo. Además, al controlar estos sistemas, el dispositivo 110 informático también puede controlar la transmisión del vehículo para maniobrar el vehículo de forma autónoma.

El dispositivo 110 informático del vehículo 100 también puede recibir o transferir información hacia y a partir de otros dispositivos informáticos. Las Figuras 4 y 5 son diagramas pictóricos y funcionales, respectivamente, de un sistema 400 de ejemplo que incluye una pluralidad de dispositivos 410, 420, 430, 440 informáticos y un sistema 450 de almacenamiento conectados a través de una red 460. El sistema 400 también incluye el vehículo 100 y el vehículo 100A, los cuales pueden configurarse de manera similar al vehículo 100. Aunque para simplificar solo se representan unos pocos vehículos y dispositivos informáticos, un sistema típico puede incluir significativamente más.

Como se muestra en la Figura 4, cada uno de los dispositivos 410, 420, 430, 440 informáticos puede incluir uno o más procesadores, memoria, datos e instrucciones. Dichos procesadores, memorias, datos, e instrucciones pueden configurarse de manera similar a uno o más procesadores 120, memoria 130, datos 132, e instrucciones 134 del dispositivo 110 informático.

La red 460, y los nodos intermedios pueden incluir diversas configuraciones y protocolos, incluidos protocolos de comunicación de corto alcance tales como Bluetooth, Bluetooth LE, Internet, World Wide Web, intranets, redes privadas virtuales, redes de área amplia, redes locales, redes privadas que utilizan protocolos de comunicación propietarios de una o más empresas, Ethernet, WiFi y HTTP, y diversas combinaciones de los anteriores. Esta comunicación podrá ser facilitada por cualquier dispositivo capaz de transmitir datos hacia y a partir de otros dispositivos informáticos, tales como módems e interfaces inalámbricas.

En un ejemplo, uno o más dispositivos 110 informáticos pueden incluir un servidor que tiene una pluralidad de dispositivos informáticos, por ejemplo, una granja de servidores con equilibrio de carga, que intercambian información con diferentes nodos de una red con el fin de recibir, procesar y transmitir los datos hacia y a partir de otros dispositivos informáticos. Por ejemplo, uno o más dispositivos 410 informáticos pueden incluir uno o más dispositivos informáticos de servidor que son capaces de comunicarse con el dispositivo 110 informático del vehículo 100 o un dispositivo informático similar del vehículo 100A, así como con los dispositivos 420, 430, 440 informáticos a través de la red 460. Por ejemplo, los vehículos 100 y 100A pueden ser parte de una flota de vehículos que pueden enviarse mediante dispositivos informáticos de servidor a diversas ubicaciones. En este sentido, los vehículos de la flota podrán enviar periódicamente a los dispositivos informáticos del servidor información de ubicación proporcionada por los respectivos sistemas de posicionamiento del vehículo y el o los dispositivos informáticos del servidor podrán rastrear las ubicaciones de los vehículos.

Además, los dispositivos 410 informáticos del servidor pueden utilizar la red 460 para transmitir y presentar información a un usuario, tal como el usuario 422, 432, 442 en una pantalla, tal como las pantallas 424, 434, 444 de los dispositivos 420, 430, 440 informáticos. En este sentido, los dispositivos 420, 430, 440 informáticos pueden considerarse dispositivos informáticos cliente.

Como se muestra en la Figura 4, cada dispositivo 420, 430, 440 informático cliente puede ser un dispositivo informático personal destinado a ser utilizado por un usuario 422, 432, 442, y tener todos los componentes normalmente utilizados en conexión con un dispositivo informático personal que incluye uno o más procesadores (por ejemplo, una unidad central de procesamiento (CPU)), memoria (por ejemplo, RAM y discos duros internos) que almacena datos e instrucciones, una pantalla tal como las pantallas 424, 434, 444 (por ejemplo, un monitor que tiene una pantalla, una pantalla táctil, un proyector, un televisor, u otro dispositivo que puede funcionar para mostrar información), y dispositivos 426, 436, 446 de entrada de usuario (por ejemplo, un ratón, teclado, pantalla táctil o micrófono). Los dispositivos informáticos cliente también pueden incluir una cámara para grabar transmisiones de vídeo, altavoces, un dispositivo de interfaz de red, y todos los componentes utilizados para conectar estos elementos entre sí.

Aunque los dispositivos 420, 430 y 440 informáticos cliente pueden comprender cada uno un dispositivo informático personal de tamaño completo, alternativamente pueden comprender dispositivos informáticos móviles capaces de intercambiar datos de forma inalámbrica con un servidor a través de una red tal como Internet. Sólo a modo de ejemplo, el dispositivo 420 informático cliente puede ser un teléfono móvil o un dispositivo tal como una PDA inalámbrica, una tableta PC, un dispositivo o sistema informático portátil, o una netbook que sea capaz de obtener información a través de Internet u otras redes. En otro ejemplo, el dispositivo 430 informático cliente puede ser un sistema informático portátil, que se muestra como un reloj de pulsera como se muestra en la Figura 4. Por ejemplo, el usuario puede ingresar información utilizando un teclado pequeño, un teclado numérico, un micrófono, utilizando señales visuales con una cámara, o una pantalla táctil.

En algunos ejemplos, el dispositivo 440 informático cliente puede ser una estación de trabajo de conserjería utilizada por un administrador para proporcionar servicios de conserjería a usuarios tales como los usuarios 422 y 432. Por ejemplo, el usuario 442 puede ser un conserje que utiliza la estación 440 de trabajo de conserjería para comunicarse a través de una llamada telefónica o una conexión de audio con los usuarios a través de sus respectivos dispositivos informáticos cliente o vehículos 100 o 100A con el fin de facilitar la operación segura de los vehículos 100 y 100A y la seguridad de los usuarios como se describe con más detalle a continuación. Aunque en las Figuras 4 y 5 solo se muestra una única estación 440 de trabajo de conserjería, se puede incluir cualquier número de dichas estaciones de trabajo en un sistema típico.

- Al igual que la memoria 130, el sistema 450 de almacenamiento puede ser de cualquier tipo de almacenamiento computarizado capaz de almacenar información accesible por los dispositivos 410 informáticos del servidor, tales como un disco duro, una tarjeta de memoria, ROM, RAM, DVD, CD-ROM, memorias con capacidad de escritura y memorias de sólo lectura. Además, el sistema 450 de almacenamiento puede incluir un sistema de almacenamiento distribuido donde los datos se almacenan en una pluralidad de dispositivos de almacenamiento diferentes los cuales pueden estar ubicados físicamente en la misma ubicación geográfica o en diferentes ubicaciones geográficas. El sistema 450 de almacenamiento puede estar conectado a los dispositivos informáticos a través de la red 460 como se muestra en las Figuras 4 y 5, y/o puede estar conectado directamente a o incorporado en cualquiera de los dispositivos 110, 410, 420, 430, 440 informáticos, etc.
- La memoria 130 del dispositivo 110 informático puede almacenar instrucciones de configuración para permitir que el vehículo 100 en funcionamiento opere en diferentes modos, incluido un modo de conducción manual, así como uno o más modos de conducción autónoma. En el modo de conducción manual, el conductor puede controlar la desaceleración, la aceleración, y la dirección de un vehículo en los dispositivos de entrada. Además, el vehículo 100 se configura a través de las instrucciones de configuración de tal manera que los comandos de los dispositivos informáticos de control para controlar los actuadores del sistema 160 de desaceleración, el sistema 162 de aceleración, y el sistema 164 de dirección no reciben ninguna prioridad. En otras palabras, en el modo de conducción manual, los comandos del dispositivo de control informático no son válidos o se ignoran. De esta forma, el conductor tiene la garantía de que el sistema de conducción autónoma no interferirá en el funcionamiento del vehículo 100.
- En un primer modo de conducción autónoma, los dispositivos informáticos de control pueden esperar que un conductor se encuentre actualmente en el vehículo 100 y sea capaz de controlar el vehículo en el modo de conducción manual. En otras palabras, los dispositivos informáticos de control se configuran a través de las instrucciones de configuración para permitir fácilmente las transiciones del primer modo de conducción autónoma al modo de conducción manual. El vehículo 100 también está configurado de tal manera que los comandos que se originan en los dispositivos de entrada del usuario tienen prioridad sobre los comandos provenientes de los dispositivos informáticos de control. En este sentido, el conductor puede tomar el control fácilmente mediante cualquiera de los dispositivos de entrada del vehículo 100. Al mismo tiempo, tanto los dispositivos informáticos de control como los actuadores garantizan al conductor que las entradas del conductor tendrán prioridad sobre las de los dispositivos informáticos de control.
- El primer modo de conducción autónoma también puede tener una pluralidad de submodos o configuraciones diferentes las cuales permiten diferentes niveles de autonomía en diferentes entornos. Por ejemplo, el primer modo de conducción autónoma puede tener una primera configuración que permita un modo de conducción totalmente autónomo en áreas específicas de un entorno previamente mapeado, pero modos de conducción semiautónomos (por ejemplo, donde un conductor controla la velocidad y/o la dirección) en cualquier otro lugar. Una segunda configuración puede permitir que un conductor ajuste para aumentar la sensibilidad del vehículo 100 a las transiciones al modo de conducción manual, por ejemplo, cuando un conductor prefiere cambiar más fácilmente el vehículo 100 del primer modo de conducción autónoma a un modo de conducción semiautónomo o manual.
- El primer modo de conducción autónoma también puede incluir una tercera configuración con modificaciones adicionales para permitir la prueba segura del vehículo 100 cuando haya un conductor de prueba presente. Con el fin de tener un medio redundante y más fiable de garantizar la capacidad de toma de control del conductor de pruebas, la transición entre el primer modo sin conductor y el modo de conducción manual se puede implementar en dos lugares diferentes: los dispositivos informáticos de control y en cada actuador. Se puede considerar que el software del actuador está bien revisado y reparado gracias a pruebas exhaustivas y es posible que no cambie muy a menudo. Sin embargo, el software de los dispositivos informáticos de control puede modificarse y probarse periódicamente. Debido a que los actuadores pueden hacer transición al modo de conducción manual independientemente de los dispositivos informáticos de control, los comandos de los dispositivos informáticos de control los cuales son incorrectos (es decir, aquellos que continúan aunque haya una transición al modo de conducción manual) son inválidos y se ignoran. Esta transición puede ocurrir, por ejemplo, cuando un conductor (o conductor de pruebas) toma el control de una o más de las funciones de dirección, frenado, o aceleración. Esto permite la prueba segura y efectiva de software nuevo o actualizado en los dispositivos informáticos de control.
- En un segundo modo de conducción autónoma, los dispositivos informáticos de control pueden esperar que un conductor no esté actualmente en el vehículo 100 y sea capaz de controlar el vehículo 100 en el modo de conducción manual. En esta configuración, tanto los actuadores como los dispositivos informáticos de control se configuran a través de la instrucción de configuración con el fin de limitar el impacto de las entradas humanas y las transiciones al modo de conducción manual con el fin de garantizar la seguridad de los pasajeros y del vehículo 100. En otras palabras, el primer modo de conducción autónoma puede ser "más fácil" de ingresar que el segundo modo de conducción autónoma para limitar el uso del segundo modo de conducción a situaciones en las cuales no hay ningún conductor capaz de controlar el vehículo 100 presente.

Al igual que el primer modo de conducción autónoma, el segundo modo de conducción autónoma puede incluir una pluralidad de submodos o configuraciones diferentes. A modo de ejemplo, una primera configuración puede ser un modo de "servicio de transporte sin conductor" totalmente autónomo discutido anteriormente el cual puede usarse para permitir que el vehículo 100 proporcione servicios de transporte a pasajeros o usuarios del servicio de transporte. Esta configuración puede impedir que el vehículo 100 inicie un viaje si no cumple con ciertas condiciones, tal como por ejemplo, si el vehículo está sucio, si una puerta está abierta, si los pasajeros no están sentados en sus asientos o no tienen abrochado el cinturón de seguridad, si el vehículo está sobrecargado (hay demasiado peso en los asientos o en los compartimentos de carga), etc. Esta configuración también puede utilizar una partición para impedir que los pasajeros alcancen los controles manuales (volante, pedal de freno, pedal de aceleración, etc.).

Esta primera configuración también puede permitir que el vehículo 100 acepte instrucciones de un servidor de despacho tal como los dispositivos 410 informáticos del servidor. Por ejemplo, cuando se encuentra en la primera configuración del segundo modo de conducción autónoma, los vehículos pueden ser enviados y/o preparados por los dispositivos 410 informáticos del servidor a ubicaciones donde un vehículo puede esperar de manera segura a que se le asigne un viaje. Esto puede incluir enviar un vehículo a una ubicación específica, por ejemplo, esperar en un área sombreada específica cerca de un centro comercial, o enviar un vehículo a un área específica, por ejemplo, una milla cuadrada específica (1 milla cuadrada equivale a 2.59 kilómetros cuadrados) o más o menos para conducir y esperar una asignación. De manera similar, los vehículos pueden limitarse a viajes en ciertas áreas como se mencionó anteriormente utilizando, por ejemplo, la segunda configuración del segundo modo de conducción o enviando el vehículo 100 a esa área y utilizando geocercas para limitar los movimientos del vehículo dentro de ciertas áreas. Esto puede permitir que los servidores de despacho confirmen que los vehículos se envían solo donde es necesario, y de ese modo permitir una preparación y un uso más eficientes de una flota de vehículos.

Una segunda configuración puede ser similar a la primera configuración, pero con algunas limitaciones determinadas con base en el estado actual del vehículo 100. Por ejemplo, se puede impedir que el vehículo 100 entre en regiones específicas, tales como zonas escolares, autopistas, etc., con base en la versión actual del software del dispositivo informático del vehículo, el estado de los sensores del vehículo (si todos funcionan dentro de parámetros normales o si los sensores se calibraron dentro de un número predeterminado de millas (una milla equivale a 1.609 kilómetros) o un período de tiempo, tal como 100 millas o más, o menos o 24 horas), etc. En este sentido, si los sensores del vehículo 100 no se calibraron en un depósito en las últimas 100 millas o las últimas 24 horas, es posible que el vehículo no pueda circular por autopistas o zonas escolares. Por ejemplo, si ciertos sensores, tales como radares o cámaras, no están calibrados recientemente, el vehículo puede necesitar impedir giros a la izquierda sin protección o ciertas intersecciones que tengan semáforos en determinadas posiciones relativas.

El segundo modo de conducción autónoma también puede incluir una tercera configuración para probar el vehículo 100. En este ejemplo, los dispositivos informáticos pueden controlar el vehículo 100 de acuerdo con las instrucciones de configuración como si el vehículo estuviera funcionando en la primera configuración. Sin embargo, un conductor de prueba, en lugar de tomar el control de la dirección, la aceleración, o la desaceleración, puede utilizar un botón de "parada de emergencia" para detener inmediatamente el vehículo 100 en caso de un problema. En este sentido, el vehículo 100 puede aplicar inmediatamente toda la potencia de frenado disponible para detener el vehículo lo más rápido posible. En general, debido a que dicha parada inmediata no es apropiada cuando el vehículo 100 está prestando servicios de transporte, el botón de parada de emergencia puede no estar disponible (es decir, puede ser desmontable) cuando se opera en la primera configuración. En tales casos, el vehículo 100 puede ser detenido por un pasajero mediante una solicitud de detención a través del dispositivo informático cliente del pasajero o un botón de detención del vehículo.

En algunos casos, el vehículo 100 puede incluir un tercer modo de conducción autónoma que permite realizar cambios de servicio o software en el vehículo. Por ejemplo, este tercer modo de conducción autónoma podría considerarse un modo "depósito". Este modo de depósito funciona de manera similar al segundo modo autónomo, pero también permite que un operador haga la transición del vehículo a partir del segundo modo de conducción autónoma al modo manual, lo cual de otra manera no estaría permitido en el segundo modo autónomo. En el modo de depósito, el vehículo también puede funcionar de una determinada manera, tal como por ejemplo operando a o por debajo de un cierto límite de velocidad designado para el depósito (cuando opera de forma manual o autónoma), utilizando luces de emergencia u otras luces para aumentar la visibilidad del vehículo, etc. Cuando está en el tercer modo de conducción autónoma, los dispositivos informáticos pueden operar el vehículo 100 de acuerdo con las instrucciones de configuración de una forma que permite a un operador interactuar con el vehículo y abordar cualquier orden de trabajo generada para el vehículo por los dispositivos 410 informáticos del servidor. Por ejemplo, un vehículo puede informar periódicamente su estado a los dispositivos 410 informáticos del servidor. Si hay algún problema con el vehículo 100 que requiera servicio, los dispositivos 410 informáticos del servidor pueden asignar el vehículo a un depósito (es decir, enviar el vehículo a un depósito) y generar una orden de trabajo la cual se envía a un dispositivo informático en el depósito para permitir que un operador aborde la necesidad de servicio. Esto puede incluir calibrar los sensores del vehículo 100, repostar (gasolina o recargar), realizar cambios de aceite, corregir la presión de los neumáticos, enfriar el vehículo o los sensores, limpieza (interior y/o exterior), actualizar el software, actualizar

la información de los mapas, etc. En algunos ejemplos, los dispositivos informáticos pueden configurarse para mantener el vehículo en el tercer modo de conducción autónoma o impedir que salga del depósito hasta que se aborden todas las órdenes de trabajo pendientes para el vehículo 100. Como otro ejemplo, una vez que se hayan completado todas las órdenes de trabajo, el vehículo 100 puede hacer transición automáticamente al segundo modo de conducción autónoma (si el vehículo estaba previamente en este modo antes de hacer transición al tercer modo de conducción autónoma) o solo puede hacerlo después de que un operador cambie manualmente el vehículo a otro modo.

El tercer modo de conducción autónoma puede incluir un aspecto de geocercado que impide o limita la capacidad del vehículo 100 de recibir servicio cuando la ubicación actual del vehículo no está en o dentro de una distancia predeterminada de un depósito o una ubicación específica dentro de un depósito. En este sentido, este tercer modo de conducción autónoma podría no activarse por sí solo, o estar prohibido por las instrucciones de configuración, a menos que el vehículo 100 cumpla con estos requisitos de geocercado. En otras palabras, el vehículo 100 puede hacer transición automáticamente al tercer modo de conducción autónoma tan pronto como llegue a un depósito. Con el fin de abordar situaciones en las cuales el vehículo 100 necesita servicio en una ubicación la cual no cumple con estos requisitos, un operador puede conectarse al vehículo y, utilizar un ordenador portátil u otro dispositivo informático móvil, conectarse directamente al dispositivo informático del vehículo con el fin de hacer la transición del vehículo al tercer modo de conducción autónoma.

Como se señaló anteriormente, los dispositivos 110 informáticos pueden configurarse para impedir “activaciones accidentales” o “desactivaciones accidentales” de los modos de conducción autónoma. Por ejemplo, se pueden agregar ciertas restricciones a las transiciones de modo a través de las instrucciones de configuración del modo de conducción manual al segundo modo de conducción autónoma y del segundo modo de conducción autónoma al modo de conducción manual o simplemente para activar los segundos modos de conducción autónoma. A modo de ejemplo, cuando el vehículo 100 está funcionando en el modo de conducción manual, si el vehículo 100 está en movimiento, es posible que no se permita que el sistema haga transición al segundo modo de conducción autónoma. Una solicitud para hacerlo no sería válida ya que el vehículo 100 ya estaría en movimiento y habría un conductor disponible. De manera similar, si el vehículo 100 se encuentra en un área que no estaba incluida en la información del mapa del vehículo o que no está suficientemente mapeada, es posible que se le impida al vehículo hacer transición al primer o segundo modo de conducción autónoma.

En otro ejemplo, cuando se opera en el segundo modo de conducción autónoma, las instrucciones de configuración pueden impedir que el vehículo 100 pase directamente al primer modo de conducción autónoma. Esto puede ser especialmente importante en una situación donde un conductor humano no puede realmente tomar el control del vehículo 100.

Como otro ejemplo, las instrucciones de configuración pueden incluir funciones de geocercado. El dispositivo 110 informático puede utilizar estas funciones de geocercado para determinar cuándo activar los modos de conducción manual o autónoma o configuraciones específicas de estos modos. Por ejemplo, un vehículo solo puede ingresar al segundo o tercer modo de conducción autónoma cuando el vehículo 100 se encuentre dentro de una distancia predeterminada de un depósito o una ubicación específica dentro de un depósito, a la vez que en cualquier otro lugar, el vehículo solo puede hacer transición al modo de conducción autónoma manual o al segundo modo. De manera similar, el vehículo 100 no puede ingresar al servicio de transporte sin conductor o a la segunda configuración del segundo modo de conducción autónoma si el vehículo no se encuentra dentro de una distancia predeterminada de un depósito o de una ubicación específica dentro de un depósito.

Las instrucciones de configuración también pueden impedir la activación del primer o segundo modo de conducción autónoma sin un tipo específico de intervención del operador humano o del pasajero, tal como presionar un botón específico o una serie específica de botones. Por ejemplo, los dispositivos informáticos pueden requerir una secuencia específica de pulsaciones de botones para ingresar al primer, segundo, o tercer modo de conducción autónoma. Lo ideal sería seleccionar esta secuencia para que sea lo suficientemente compleja para impedir que una persona no autorizada tome el control del vehículo 100 intencionalmente o por accidente, pero también lo suficientemente simple y predecible para que un operador pueda realizarla fácilmente. Otro ejemplo puede ser requerir una autorización específica antes de permitir que el vehículo 100 entre en el segundo o tercer modo de conducción autónoma, tal como por ejemplo iniciando sesión en un ordenador portátil con una contraseña/código y/o clave de seguridad y/o usando un dispositivo de hardware para enchufarlo al vehículo y autenticar al operador usando, por ejemplo, la secuencia, antes de permitir que el vehículo pase a los modos de transición. Esto puede ser especialmente útil si el vehículo 100 es personal (a diferencia de un vehículo de flota) y puede usarse para confirmar que el propietario del vehículo autoriza el uso del segundo o tercer modos de conducción autónoma.

En otro ejemplo, antes de hacer transición al modo de conducción manual a partir del segundo modo de conducción autónoma o del segundo modo de conducción autónoma al modo de conducción manual, las instrucciones de configuración pueden requerir que el vehículo 100 cumpla una serie de requisitos tales como estar estacionado con la puerta abierta, en una ubicación o área específica de la información del mapa, con una puerta del vehículo abierta, sensores recientemente calibrados, requisitos de software específicos, etc.

Mantener la puerta abierta puede impedir que el vehículo 100 se mueva, es decir, utilizando un freno de estacionamiento, durante y después de dichas transiciones. En este sentido, abrir una puerta a la vez que el vehículo 100 está en movimiento puede provocar que el vehículo pare o se detenga. De manera similar, el vehículo solo puede hacer transición al primer o segundo modo de conducción autónoma si los sensores del vehículo 100 se calibraron dentro de un período de tiempo específico, tal como dentro de las últimas 100 millas o más o menos y/o dentro de las últimas 24 horas o más o menos. Además, los dispositivos informáticos pueden configurarse para hacer transición al primer o segundo modo de conducción autónoma solo después de confirmar que el software correspondiente ha sido firmado criptográficamente.

Las instrucciones de configuración también pueden impedir que el vehículo 100 pase al segundo o tercer modos de conducción autónoma o que salga de un depósito de acuerdo con las instrucciones de los dispositivos 410 informáticos del servidor. Por ejemplo, si el vehículo 100 no está asignado actualmente a una ubicación de preparación específica (para esperar una asignación de viaje) o en una asignación de viaje específica, los dispositivos informáticos pueden impedir que el vehículo 100 salga del depósito. En este sentido, el vehículo 100 puede estar en "espera" en un depósito hasta que sea necesario para proporcionar servicios de transporte. En otras palabras, el vehículo 100 puede "negarse" a salir de un depósito hasta que sea puesto "en servicio" por los dispositivos 410 informáticos del servidor. Este patrón de espera puede ser una cuarta configuración o el segundo modo de conducción autónoma, una configuración del tercer modo de conducción autónoma o una función de geocercado. Esto puede impedir que un tercero acceda o intente tomar el vehículo 100.

Además, cualquiera de los ejemplos anteriores puede utilizarse en conjunto. Por ejemplo, al hacer transición al segundo o tercer modo de conducción autónoma, el monitor de seguridad puede requerir proximidad a un depósito específico, una puerta abierta, y una secuencia específica de pulsaciones de botones.

Además de lo anterior, la memoria 130 también puede almacenar instrucciones para un monitor de seguridad el cual monitoriza las comunicaciones entre los dispositivos informáticos de control y otros sistemas del vehículo 100. El monitor de seguridad puede funcionar utilizando una biblioteca de códigos secundarios que se ejecuta junto con el código de control principal del vehículo en los dispositivos informáticos de control. El monitor de seguridad mantiene ciertas invariantes de seguridad. Esto puede incluir, por ejemplo, que en el primer modo de conducción autónoma todos los actuadores (desaceleración, aceleración, y dirección) estén en el modo de conducción autónoma o ninguno lo esté. Esto garantiza que cualquier actuador tenga la capacidad de devolver todo el sistema al modo de conducción manual. En otras palabras, cuando se opera en el primer modo de conducción autónoma, si un actuador pasa al modo de conducción manual, esto funciona para hacer transición de todo el sistema, incluidos todos los demás actuadores y los dispositivos informáticos de control, al modo de conducción manual.

En otro ejemplo, cuando se opera en el segundo modo de conducción autónoma, el monitor de seguridad puede impedir que el vehículo 100 haga transición al modo de conducción manual o al primer modo de conducción autónoma. Esto puede ser especialmente importante en una situación donde un conductor humano no puede realmente tomar el control del vehículo 100. El monitor de seguridad también puede impedir que el vehículo 100 realice acciones específicas en el primer modo de conducción autónoma, tales como maniobras repentinas (giros en U, etc.) que pueden dificultar que un conductor humano tome el control del vehículo. Al verificar estas condiciones, el monitor de seguridad puede funcionar para impedir el ingreso o la operación inapropiada durante los modos de conducción autónoma.

Además de las operaciones descritas anteriormente e ilustradas en las figuras, a continuación se describirán diversas operaciones. Debe entenderse que las siguientes operaciones no tienen que realizarse en el orden preciso que se describe a continuación. Más bien, se pueden manejar diversas etapas en un orden diferente o simultáneamente, y también se pueden agregar u omitir etapas.

A modo de ejemplo, como se muestra en la Figura 6, el vehículo 100 está siendo operado en un modo de conducción manual en una porción de la carretera 600 correspondiente a la información 200 del mapa. Por ejemplo, la Figura 6 incluye los carriles 610, 612 correspondientes a los carriles 210, 212, las líneas de carril 620, 622, 630, 632 correspondientes a las líneas 220, 222, 230, 232 de carril, el depósito 640 con entrada 642 y salida 644 correspondientes al depósito 240 con entrada 242 y salida 244, los lugares 650-654 de estacionamiento correspondientes a los lugares 250-254 de estacionamiento, así como el área 660 de mantenimiento correspondiente al área 260 de mantenimiento.

En este modo de conducción manual, el conductor puede controlar la desaceleración, la aceleración, y la dirección del vehículo 100 en los dispositivos de entrada. A medida que el conductor controla estos dispositivos de entrada, cualquier comando del dispositivo 110 informático es ignorado o invalidado por los actuadores del sistema 160 de desaceleración, el sistema 162 de aceleración, y el sistema 164 de dirección. Nuevamente, gracias a esto, el conductor tiene la garantía de que el sistema de conducción autónoma no interferirá con el funcionamiento del vehículo 100.

En algún momento, el conductor puede querer hacer transición del modo de conducción manual a un primer modo de conducción autónoma. Esto se puede lograr haciendo que el conductor presione un botón específico,

presione una serie de botones, use una palanca o un control de cambio de marchas, etc. Además, el vehículo 100 también debe cumplir con los requisitos de transición o de geocercado de las instrucciones de configuración y/o del monitor de seguridad. De lo contrario, las instrucciones de configuración y/o el monitor de seguridad pueden impedir la transición al primer modo de conducción autónoma. Una vez en el primer modo de conducción autónoma, el dispositivo 110 informático controlará el vehículo 100 de acuerdo con las instrucciones de la memoria 130. Además, el monitor de seguridad puede confirmar continuamente que en el primer modo de conducción autónoma todos los actuadores del sistema 160 de desaceleración, el sistema 162 de aceleración, y el sistema 164 de dirección están en el primer modo de conducción autónoma. Si alguno no está funcionando en el primer modo de conducción autónoma, el monitor de seguridad puede hacer que dichos actuadores pasen al primer modo de conducción autónoma o hacer que el vehículo 100 pase al modo de conducción manual como medida de seguridad.

Como se señaló anteriormente, los comandos que se originan en los dispositivos de entrada del usuario tienen prioridad sobre los comandos provenientes de los dispositivos 110 informáticos. De esta forma, el conductor puede hacer que el vehículo 100 vuelva al modo de conducción manual utilizando cualquiera de los dispositivos de entrada del vehículo. Nuevamente, tanto los dispositivos informáticos de control como los actuadores garantizan al conductor que las entradas del conductor tendrán prioridad sobre las de los dispositivos informáticos de control.

El conductor puede seleccionar operar el primer modo de conducción autónoma en diversas configuraciones. Cuando está en la primera configuración, el vehículo 100 puede funcionar en un modo de conducción totalmente autónomo en áreas específicas definidas por la información del mapa, pero en modos de conducción semiautónomos en cualquier otro lugar. En la segunda configuración, el conductor puede utilizar un dispositivo de entrada de usuario, tal como un conjunto de botones o una perilla, para aumentar la sensibilidad del vehículo 100 a las transiciones al modo de conducción manual. En este sentido, el conductor puede cambiar la cantidad de fuerza de agarre en el volante, la cantidad de cambio en la posición del volante, la cantidad de fuerza o cambio en la posición de un pedal del acelerador, la cantidad de fuerza o cambio en la posición de un pedal de freno, etc. necesarios para hacer la transición del vehículo 100 del primer modo de conducción autónoma al modo de conducción manual.

El conductor también puede optar por operar el vehículo 100 en una tercera configuración del primer modo de conducción autónoma con el fin de probar el funcionamiento del vehículo en el primer modo de conducción autónoma. Al hacer transición a la tercera configuración del segundo modo de conducción autónoma, el cambio puede ocurrir tanto en el dispositivo 110 informático de control como en los actuadores del sistema 160 de desaceleración, del sistema 162 de aceleración, y del sistema 164 de dirección. De manera similar, cuando el conductor desea volver al modo de conducción manual como se discutió anteriormente, la transición puede ocurrir nuevamente tanto en el dispositivo 110 informático de control como en los actuadores del sistema 160 de desaceleración, el sistema 162 de aceleración, y el sistema 164 de dirección. Por lo tanto, los comandos de los dispositivos informáticos de control que sean incorrectos no son válidos y se ignoran.

Al operar el vehículo 100 en el primer modo de conducción autónoma, es posible que el conductor no pueda hacer transición al segundo modo de conducción autónoma. Cualquier solicitud de este tipo puede estar prohibida por las instrucciones de configuración, el monitor de seguridad, o ambos.

Con el fin de operar el vehículo 100 en el segundo modo de conducción autónoma, el vehículo también debe cumplir con todos los requisitos de transición o de geocercado de las instrucciones de configuración y/o del monitor de seguridad. Utilizando los ejemplos anteriores, el vehículo 100 debe estar detenido, con la puerta abierta, y dentro de un depósito a la vez que un operador humano realiza una serie de pulsaciones de botones para activar el segundo modo de conducción autónoma. En este sentido, si el vehículo se está moviendo como se muestra en la Figura 6, el vehículo 100 no podría hacer transición al segundo modo de conducción autónoma, las instrucciones de configuración y/o el monitor de seguridad pueden impedir la transición al primer modo de conducción autónoma. Sin embargo, en el ejemplo de la Figura 7, el vehículo 100 está ubicado dentro del lugar 650 de estacionamiento del depósito 640 con la puerta 360 del conductor que se muestra en la posición abierta. De esta manera, al realizar la serie adecuada de pulsaciones de botones, un operador puede hacer transición del vehículo 100 al segundo modo de conducción autónoma.

Una vez en el segundo modo de conducción autónoma, los dispositivos 110 informáticos controlarán el vehículo 100 de acuerdo con las instrucciones de la memoria 130. Además, el monitor de seguridad puede confirmar continuamente que en el segundo modo de conducción autónoma todos los actuadores del sistema 160 de desaceleración, el sistema 162 de aceleración, y el sistema 164 de dirección están en el segundo modo de conducción autónoma. Si alguno no está funcionando en el segundo modo de conducción autónoma, el monitor de seguridad puede hacer transición de dichos actuadores al segundo modo de conducción autónoma o hacer que el vehículo 100 se detenga inmediatamente. Esto también puede impedir que el vehículo 100 pase del segundo modo de conducción autónoma al modo de conducción manual.

Cuando se está en el segundo modo de conducción autónoma, tanto los actuadores del sistema 160 de desaceleración, el sistema 162 de aceleración, y el sistema 164 de dirección y el dispositivo 110 informático se

configuran a través de la instrucción de configuración para limitar el impacto de las entradas humanas y las transiciones al modo de conducción manual con el fin de garantizar la seguridad de los pasajeros y del vehículo 100. A este respecto, a un pasajero del vehículo 100 nunca se le podrá permitir hacer transición del vehículo directamente del segundo modo de conducción autónoma al primer modo de conducción autónoma.

- 5 El operador humano también puede seleccionar una configuración para el segundo modo de conducción autónoma. En un caso, el operador puede seleccionar una primera o segunda configuración utilizando un ordenador portátil u otro dispositivo como se describió anteriormente para proporcionar servicios de transporte a los pasajeros o usuarios del servicio de transporte como se mencionó anteriormente. El operador humano también puede seleccionar una tercera configuración para probar el vehículo 100 el cual prevé el uso de un
10 botón de "parada de emergencia" para detener inmediatamente el vehículo en caso de un problema. Por ejemplo, el operador puede cargar ciertos archivos, eliminar ciertos archivos, ejecutar ciertos comandos, etc. o utilizar una interfaz de usuario para simplemente seleccionar o iniciar las diferentes configuraciones.

- En algunos casos, el vehículo 100 puede requerir mantenimiento u otros servicios. En este sentido, el vehículo podrá hacer transición al tercer modo de conducción autónoma. Esto puede ocurrir cuando el vehículo 100 se
15 aproxima o ingresa a un depósito (o a una ubicación específica dentro de un depósito), o cuando un operador humano cambia "manualmente" el vehículo al tercer modo de conducción autónoma usando un ordenador portátil u otro dispositivo informático móvil conectado directamente al dispositivo 110 informático. Por ejemplo, volviendo al ejemplo de la Figura 8, el vehículo 100 puede hacer transición automáticamente al tercer modo de conducción autónoma cuando el vehículo ingresa al depósito 640 a través de la entrada 642. En otro ejemplo,
20 el vehículo 100 puede hacer transición automáticamente al tercer modo de conducción autónoma cuando el vehículo está estacionado en un lugar de estacionamiento del depósito, tal como el lugar 650 de estacionamiento como se muestra en la Figura 7. En un ejemplo adicional, el vehículo 100 puede hacer transición automáticamente al tercer modo de conducción autónoma cuando el vehículo ingresa o se estaciona dentro del área 660 de mantenimiento como se muestra en la Figura 9. Alternativamente, cuando se encuentre
25 en cualquiera de las ubicaciones de los ejemplos de las Figuras 7-9, un operador podrá hacer la transición del vehículo al tercer modo de conducción autónoma. De manera similar, si un vehículo requiere mantenimiento y se detiene en un lugar que no es un depósito, por ejemplo, si el vehículo 100 se detiene y se posiciona en el carril 610 como se muestra en la Figura 6, un operador humano puede conectarse directamente a los dispositivos 110 informáticos con un dispositivo informático móvil con el fin de hacer la transición del vehículo
30 al tercer modo de conducción autónoma. Cuando está en el tercer modo de conducción autónoma, el dispositivo 110 informático también puede controlar el vehículo 100 para permitir que se le realice el mantenimiento al vehículo de acuerdo con cualquier orden de trabajo pendiente para el mismo.

- La Figura 10 es un diagrama 1000 de flujo de ejemplo de algunos de los aspectos analizados anteriormente los cuales pueden ser realizados por uno o más procesadores del uno o más dispositivos informáticos tales
35 como uno o más procesadores 120 del dispositivo 110 informático. Por ejemplo, en el bloque 1002, los procesadores 120 pueden recibir una solicitud para realizar la transición del vehículo 100 a partir de un primer modo, tal como el modo de conducción manual o uno de los modos de conducción autónoma, a un segundo modo, tal como el modo de conducción manual o uno de los modos de conducción autónoma. Esto puede ser realizado por un conductor que utiliza un dispositivo de entrada de usuario, un operador humano en un depósito
40 u otra ubicación, por la biblioteca de códigos secundarios, etc. Los procesadores 120 pueden entonces determinar si se cumplen los requisitos específicos para la transición, tales como la ubicación del vehículo, una serie de pulsaciones de botones, los requisitos del vehículo (si el vehículo está detenido o en movimiento, si una puerta está abierta, etc.), etc., en el bloque 1004. En caso contrario, los procesadores 120 pueden continuar operando el vehículo en el primer modo en el bloque 1006 hasta que se reciba otra solicitud en el bloque 1002.
45 Si es así, el vehículo puede hacer transición al segundo modo, o a una configuración particular del segundo modo, en el bloque 1008. Al mismo tiempo, el vehículo (y/o un ordenador portátil u otro dispositivo conectado al vehículo) puede mostrar una notificación indicando el modo actual y/o la configuración del modo y/o si una transición a un nuevo modo o configuración fue exitosa. Luego, el vehículo puede ser operado por los procesadores 120 en el segundo modo en el bloque 1010.

50

REIVINDICACIONES

1. Un sistema que comprende:

5 uno o más dispositivos (110) informáticos de control configurados para enviar comandos a uno o más actuadores de un vehículo (100) con el fin de controlar la desaceleración, la aceleración, y la dirección del vehículo, y en donde el vehículo incluye uno o más dispositivos (150) de entrada de usuario para permitir que un operador humano controle uno o más actuadores con el fin de controlar la desaceleración, la aceleración, y la dirección del vehículo;

en donde el uno o más dispositivos informáticos de control están configurados para permitir que el vehículo opere el vehículo en:

10 un modo de conducción manual en donde un operador humano controla la desaceleración, la aceleración, y la dirección del vehículo en el uno o más dispositivos de entrada del usuario;

15 un primer modo de conducción autónoma en donde el uno o más dispositivos informáticos de control están configurados para enviar los comandos para controlar uno o más actuadores y en donde las entradas del operador humano en el uno o más dispositivos de entrada del usuario tienen prioridad sobre los comandos del uno o más dispositivos informáticos de control, de tal modo que el vehículo hace transición al modo de conducción manual en respuesta a las entradas del operador humano en uno o más dispositivos de entrada del usuario; y

20 un segundo modo de conducción autónoma en donde el uno o más dispositivos informáticos de control están configurados para enviar los comandos para controlar el uno o más actuadores y en donde los comandos del uno o más dispositivos informáticos de control tienen prioridad sobre las entradas del operador humano del uno o más dispositivos de entrada de usuario.

2. El sistema de la reivindicación 1, en donde el uno o más dispositivos informáticos de control están configurados de tal manera que el primer modo de conducción autónoma incluye requisitos de entrada diferentes a los del segundo modo de conducción autónoma.

25 3. El sistema de la reivindicación 1, en donde el uno o más dispositivos informáticos de control están configurados para impedir las transiciones del modo de conducción manual al segundo modo de conducción autónoma cuando el vehículo está en movimiento.

30 4. El sistema de la reivindicación 1, en donde el uno o más dispositivos informáticos de control están configurados de tal manera que el primer modo de conducción autónoma incluye requisitos diferentes para la transición al modo de conducción manual que el segundo modo de conducción autónoma.

5. El sistema de la reivindicación 1, en donde el uno o más dispositivos informáticos de control están configurados para hacer transición del primer modo de conducción autónoma al modo de conducción manual cuando cualquiera de los uno o más actuadores está funcionando en el modo de conducción manual.

6. El sistema de la reivindicación 5,

35 en donde el uno o más dispositivos informáticos de control están configurados de tal manera que cuando cualquiera de los uno o más actuadores está operando en el modo de conducción manual, los comandos son ignorados; y/o

40 en donde el uno o más actuadores incluyen un actuador de desaceleración configurado para hacer que el vehículo desacelere, un actuador de aceleración configurado para hacer que el vehículo acelere, y un actuador de dirección configurado para cambiar la orientación del vehículo.

7. El sistema de la reivindicación 1,

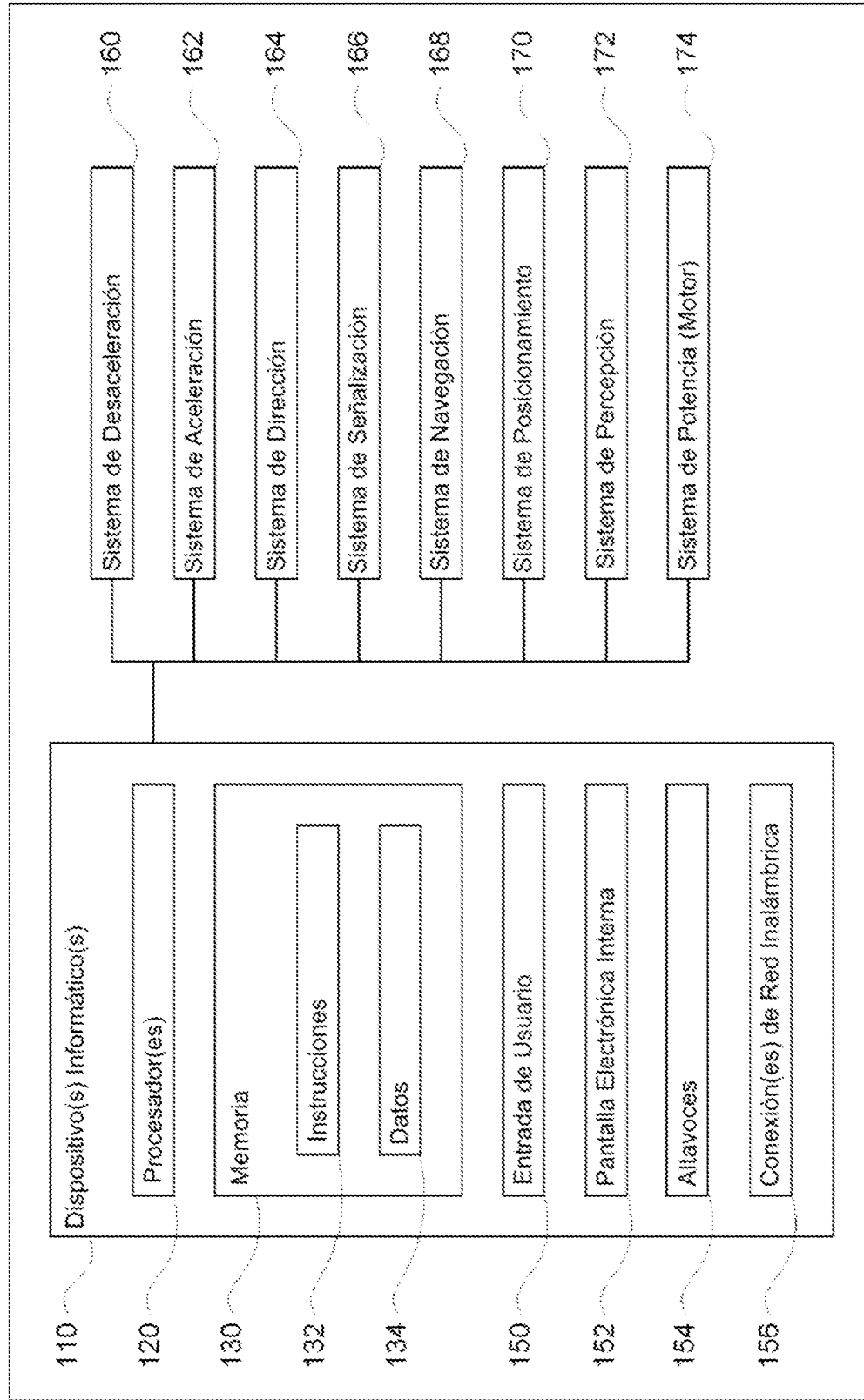
en donde el uno o más dispositivos informáticos de control están configurados para impedir transiciones directas del primer modo de conducción autónoma al segundo modo de conducción autónoma; y/o

45 en donde el uno o más dispositivos informáticos de control están configurados para impedir transiciones directas del segundo modo de conducción autónoma al primer modo de conducción autónoma.

8. El sistema de la reivindicación 1, en donde el uno o más dispositivos informáticos de control están configurados para operar el vehículo en un tercer modo de conducción autónoma el cual permite realizar el mantenimiento del vehículo.

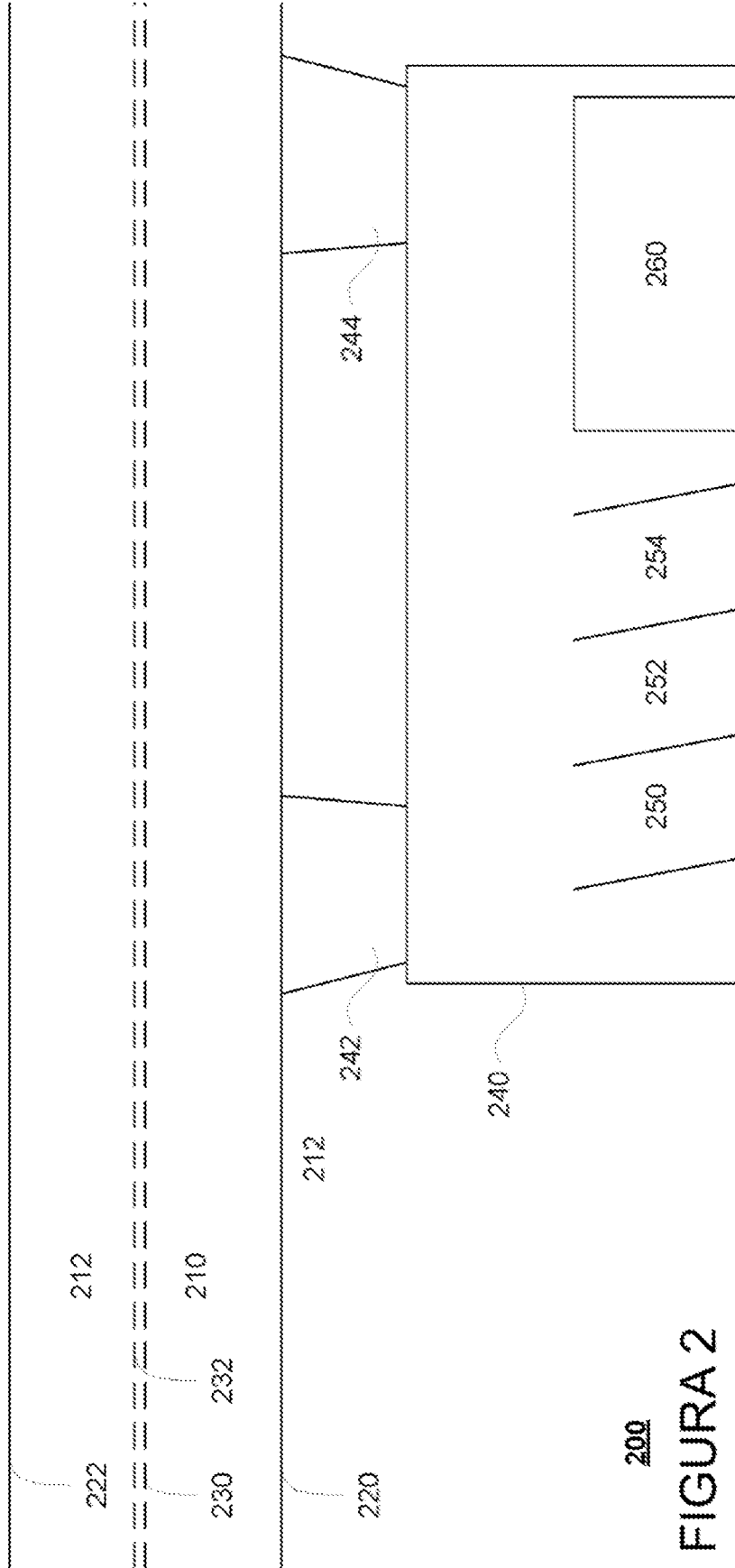
50 9. El sistema de la reivindicación 8, en donde el uno o más dispositivos informáticos de control están configurados para operar el vehículo en el tercer modo de conducción autónoma con base en una ubicación actual del vehículo en relación con una ubicación de depósito.

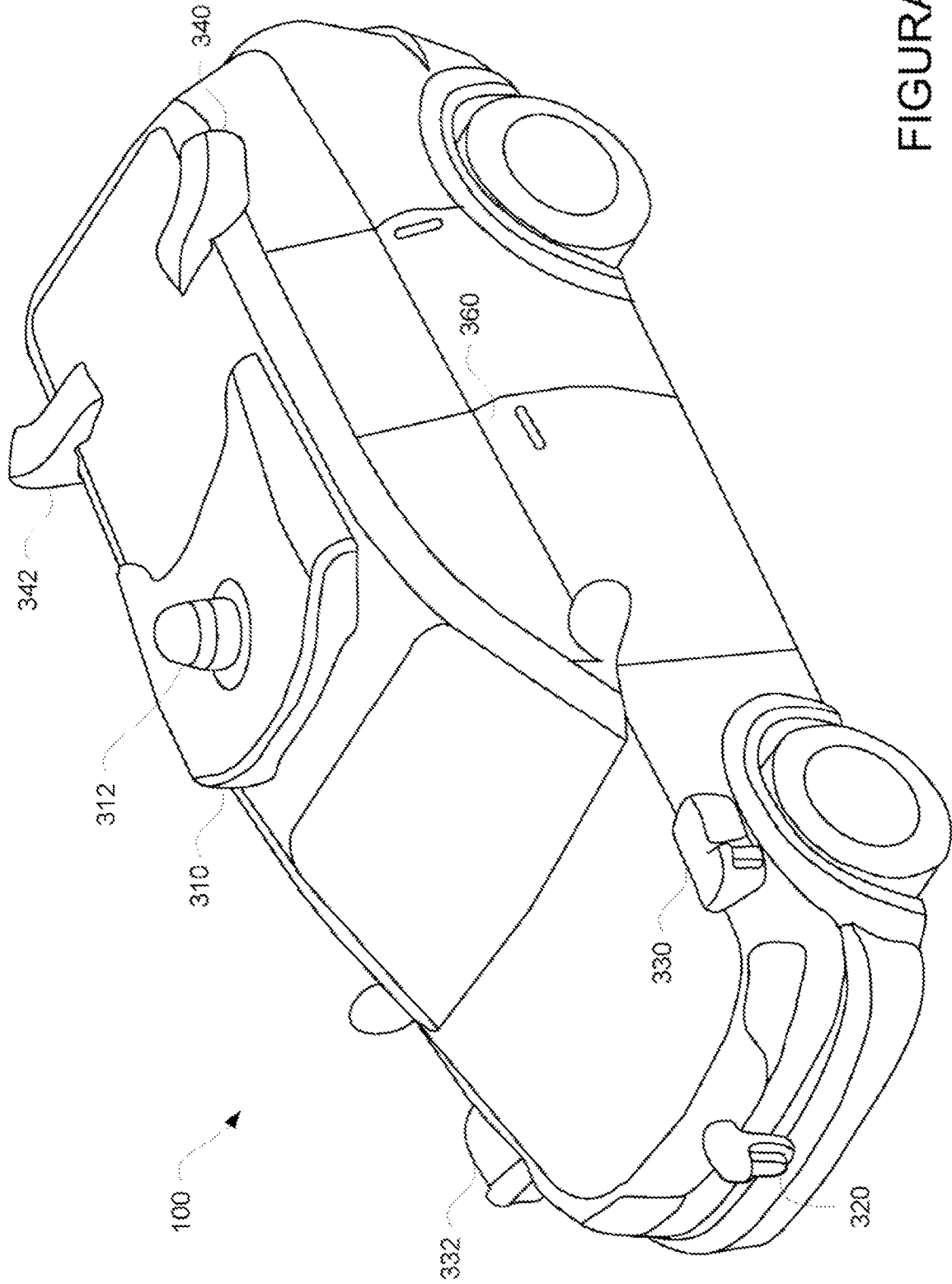
10. El sistema de la reivindicación 9,
- en donde el uno o más dispositivos informáticos de control están configurados para operar el vehículo en el tercer modo de conducción autónoma con base en si el vehículo se encuentra en una ubicación específica dentro de la ubicación del depósito; y/o
- 5 en donde el uno o más dispositivos informáticos de control están configurados para hacer la transición automática del vehículo al tercer modo de conducción autónoma cuando el vehículo llega a la ubicación del depósito; y/o
- en donde el uno o más dispositivos informáticos de control están configurados para impedir que el vehículo salga de la ubicación del depósito hasta que uno o más dispositivos informáticos de control reciban una
- 10 instrucción de un dispositivo informático de servidor de despacho que indique que el vehículo es necesario para proporcionar servicios de transporte.
11. El sistema de la reivindicación 1,
- en donde el uno o más dispositivos informáticos de control están configurados para operar el vehículo en una primera configuración del segundo modo de conducción autónoma donde el vehículo proporciona servicios de
- 15 transporte a pasajeros; y/o
- en donde el uno o más dispositivos informáticos de control están configurados para operar el vehículo en una segunda configuración del segundo modo de conducción autónoma donde el vehículo proporciona servicios de transporte utilizando restricciones definidas por un estado actual del vehículo.
12. El sistema de la reivindicación 1, en donde el uno o más dispositivos informáticos de control están
- 20 configurados para permitir transiciones al segundo modo de conducción autónoma sólo cuando una puerta (360) del vehículo está abierta.
13. El sistema de la reivindicación 1, en donde el modo de conducción manual está configurado de tal manera que los comandos del uno o más dispositivos informáticos de control son invalidados e ignorados por uno o más actuadores.
- 25 14. El sistema de cualquier reivindicación anterior, que comprende además uno o más dispositivos de entrada de usuario.
15. El sistema de cualquier reivindicación anterior, que comprende además el vehículo.

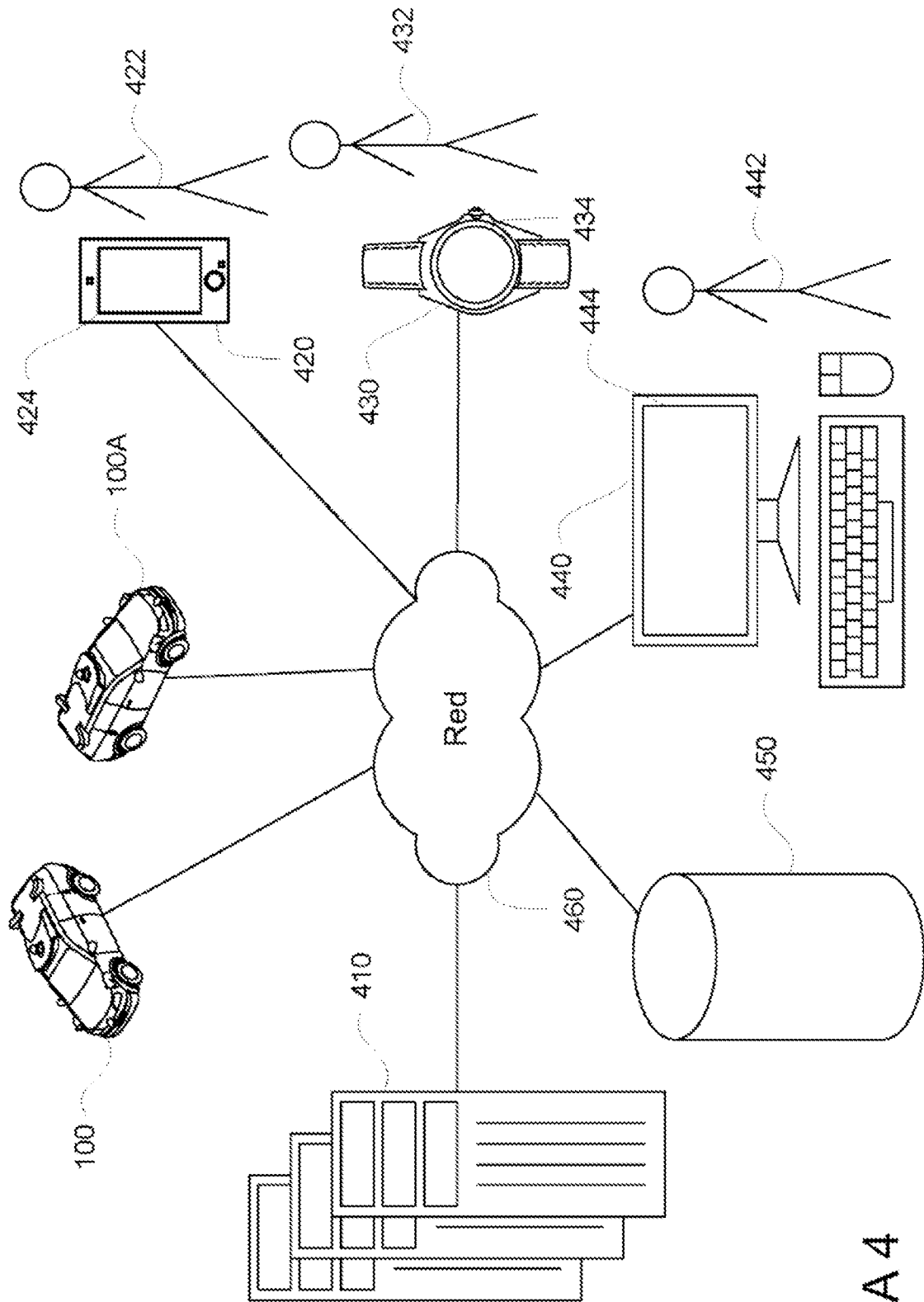


100

FIGURA 1







400
FIGURA 4

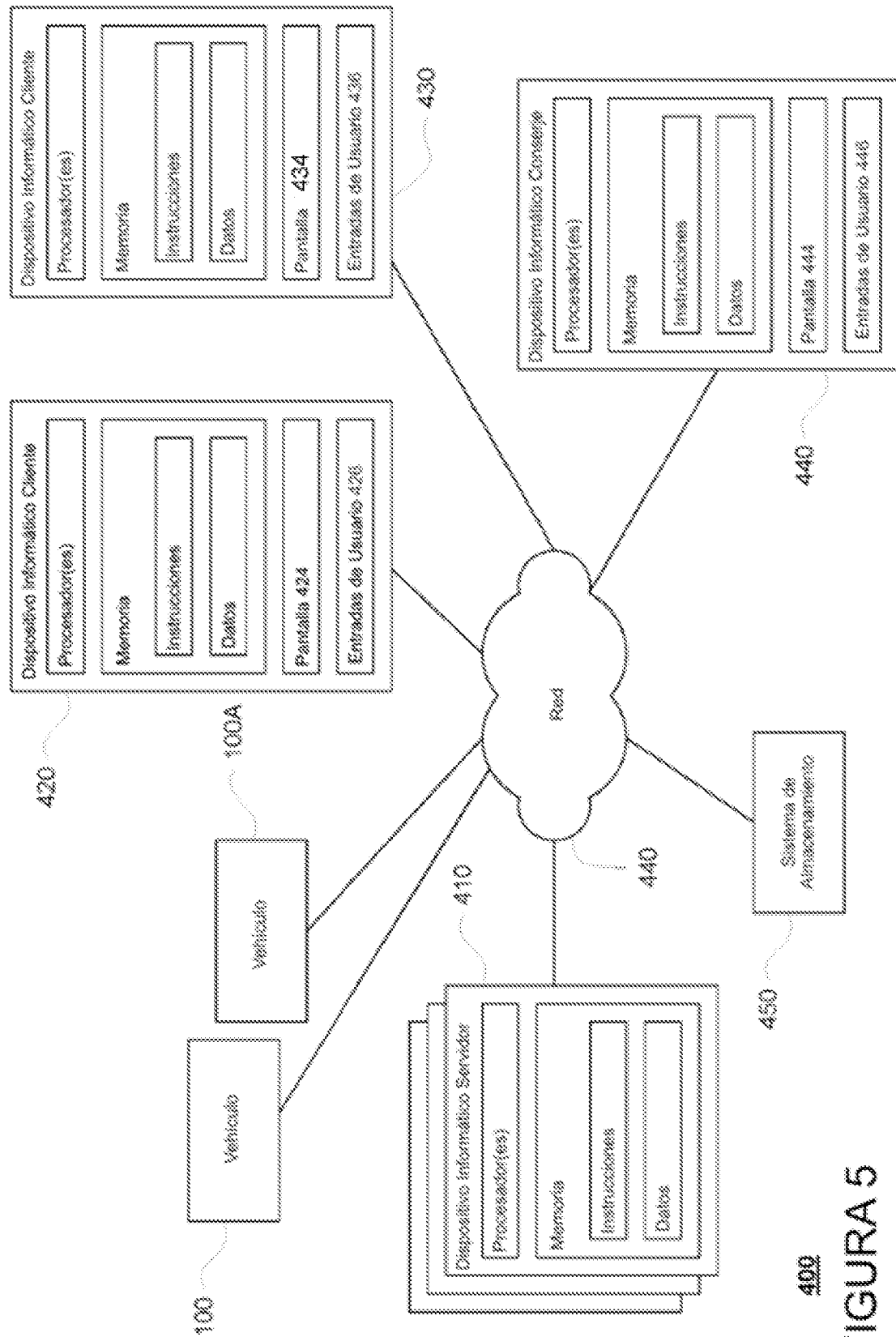
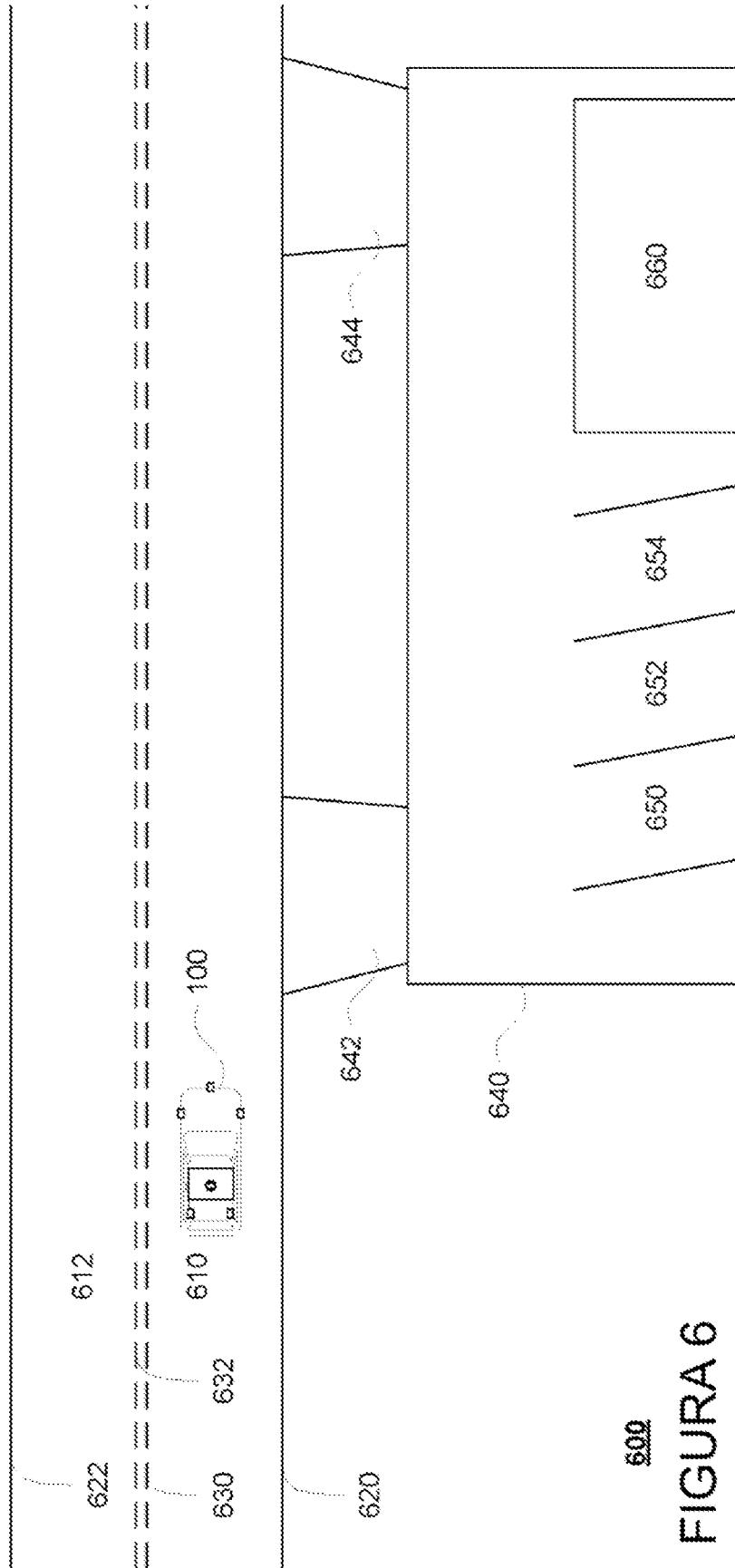
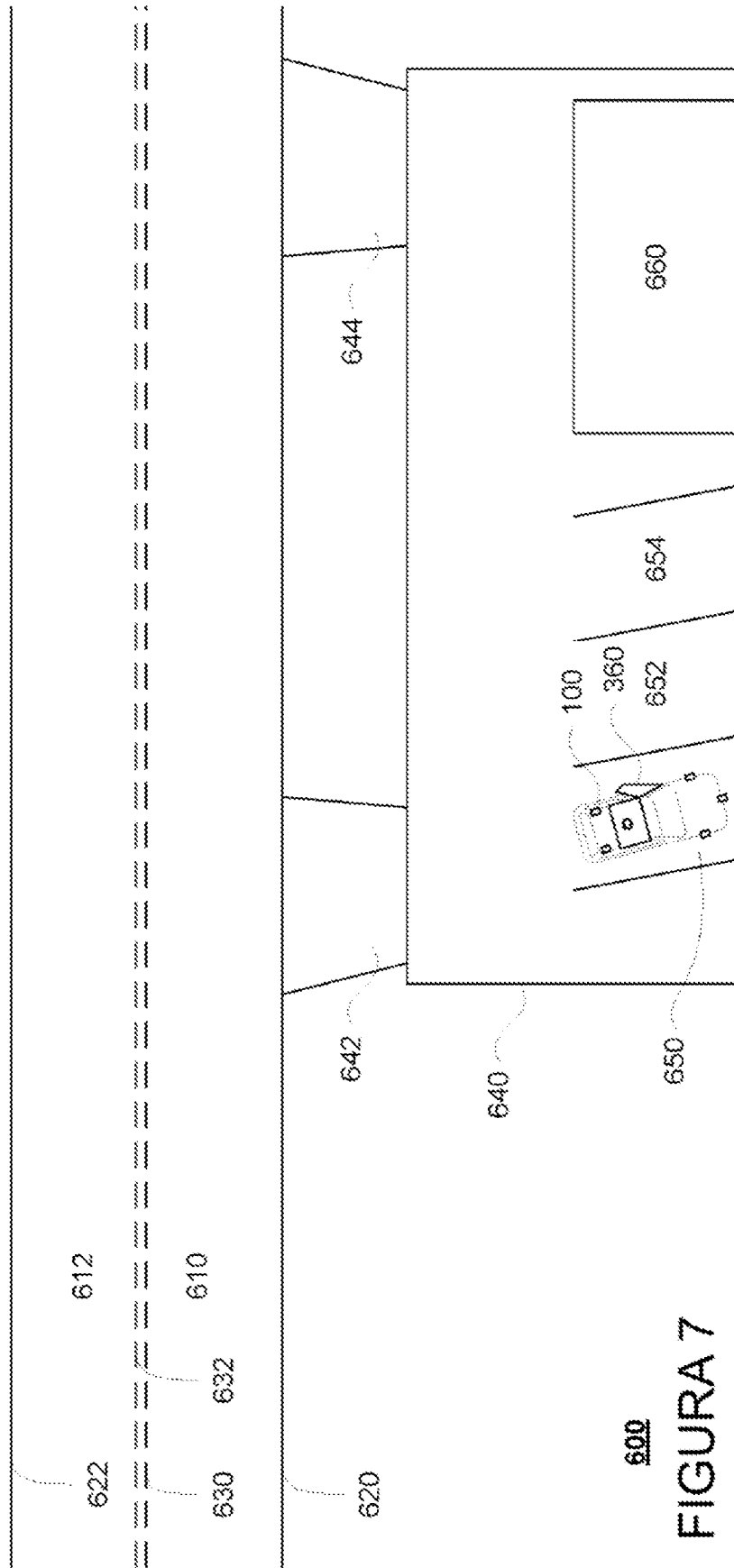
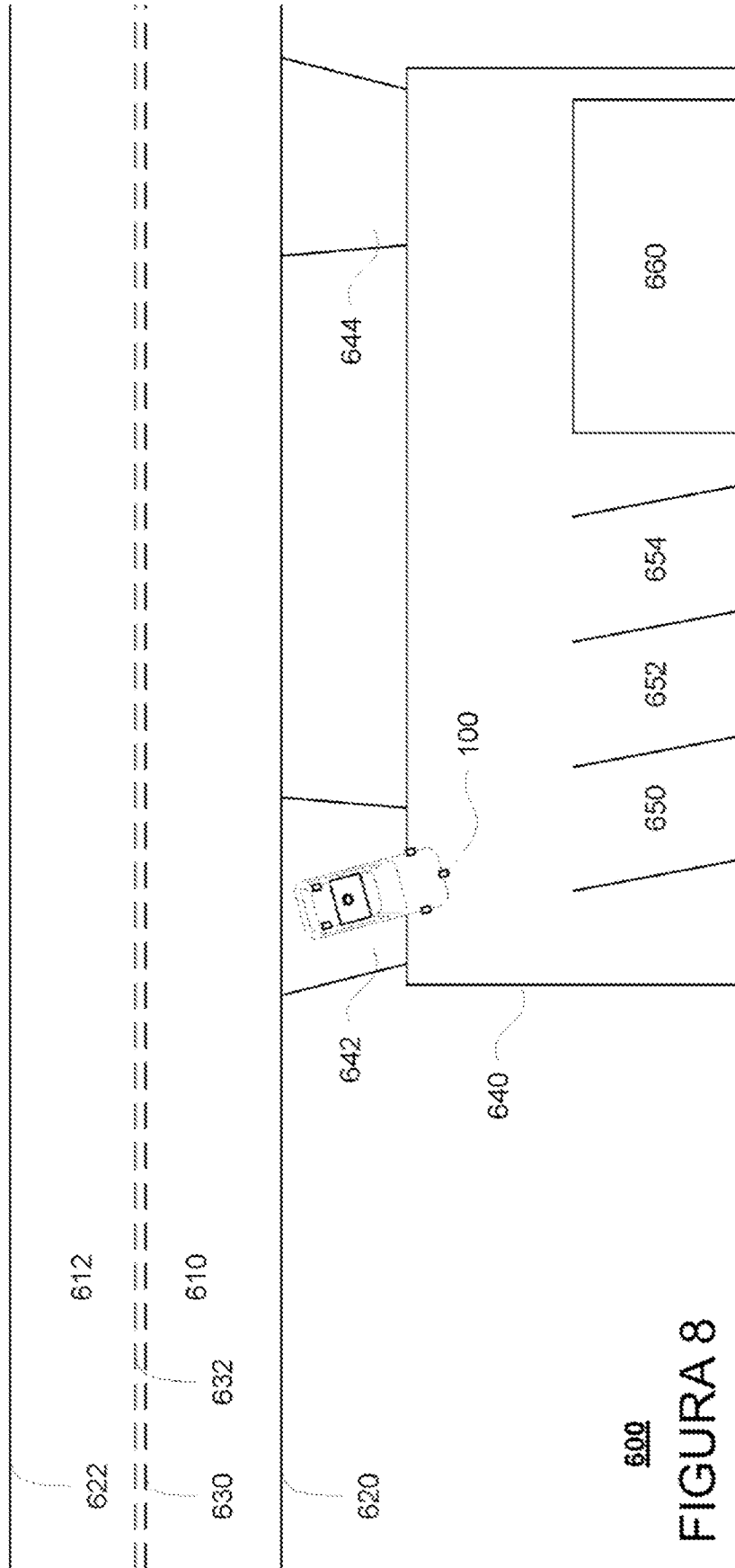


FIGURA 5







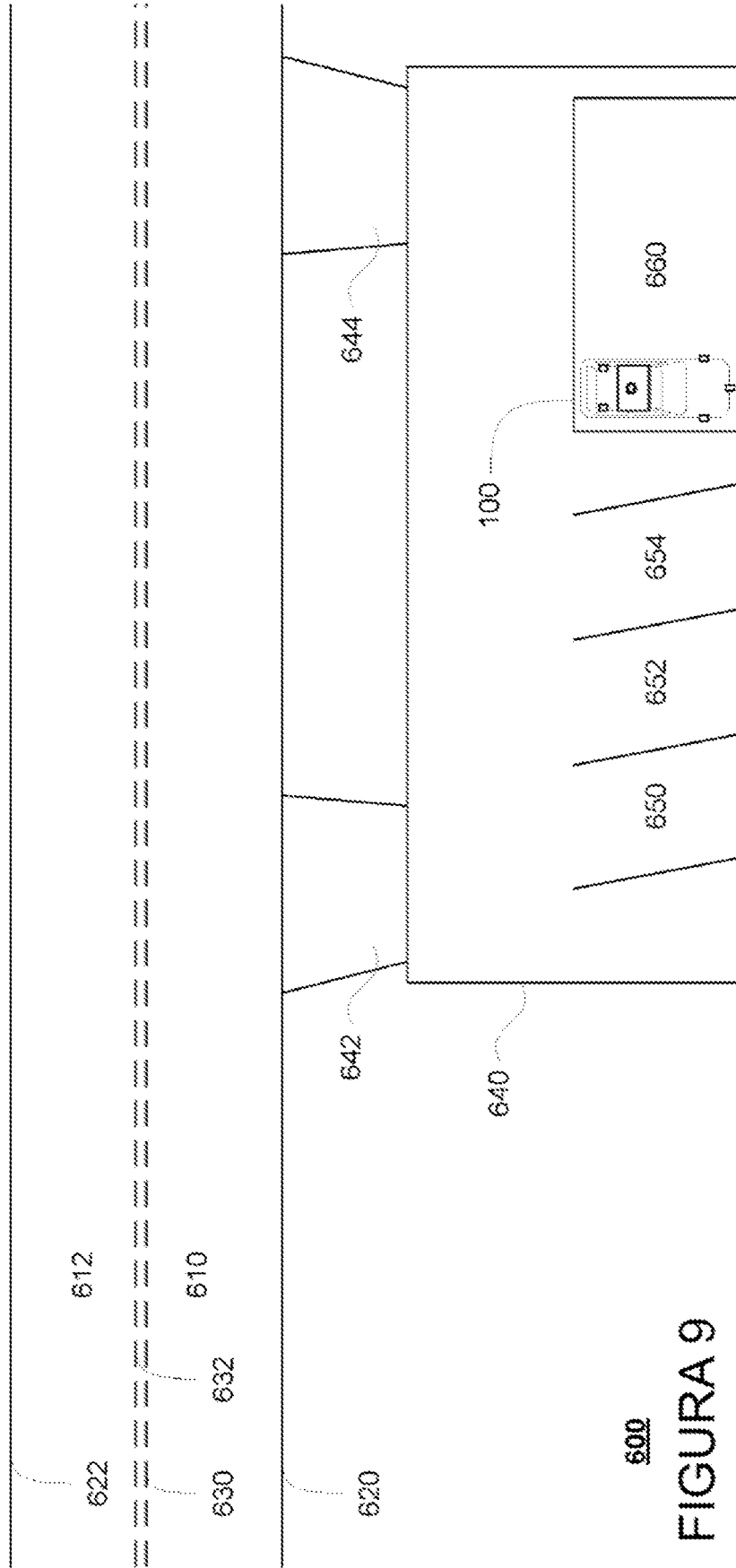
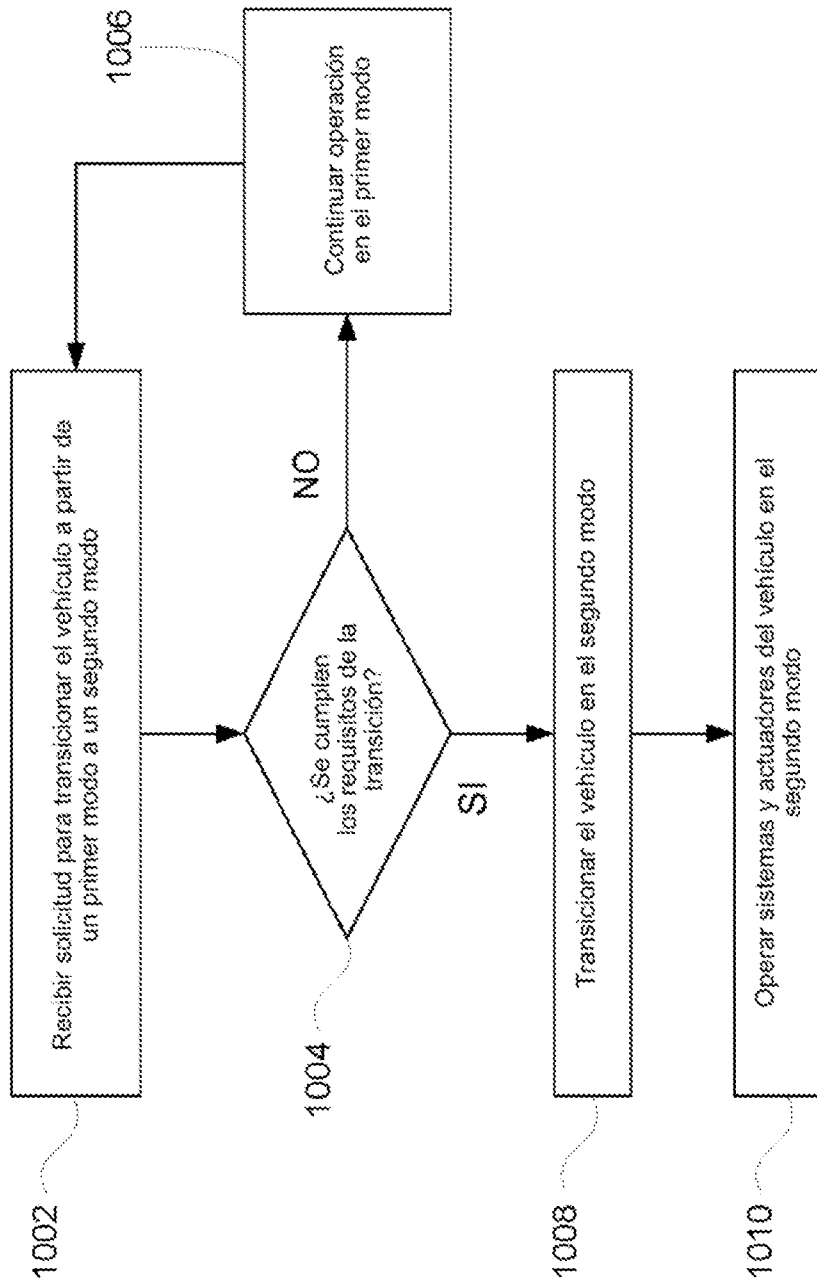


FIGURE 9



1000
FIGURA 10