

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 569 936**

51 Int. Cl.:

**G01C 21/32** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.12.2000 E 08019227 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.02.2016 EP 2042833**

54 Título: **Plataforma de arquitectura de datos de mapas para sistemas avanzados de ayuda al conductor**

30 Prioridad:

**20.12.1999 US 466517**

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

**13.05.2016**

73 Titular/es:

**HERE GLOBAL B.V. (100.0%)  
De Run 1115  
5503 LB Veldhoven , NL**

72 Inventor/es:

**BECHTOLSHEIM, STEPHAN V. ;  
DUNN, LARRY ;  
HECHT, ANDREAS ;  
SCHMITT, MATTHIAS ;  
FEIGEN, JERRY y  
ROSER, MICHELLE**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 569 936 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

Plataforma de arquitectura de datos de mapas para sistemas avanzados de ayuda al conductor

## 5 Referencia a solicitud relacionada

La presente solicitud está relacionada con la solicitud en tramitación junto con la presente titulada "METHOD AND SYSTEM FOR PROVIDING AN ELECTRONIC HORIZON IN AN ADVANCED DRIVER ASSISTANCE SYSTEM ARCHITECTURE" (Método y sistema para proporcionar un horizonte electrónico en una arquitectura de sistema avanzado de ayuda al conductor) presentada en la misma fecha que la presente, expediente del mandatario n.º N0029US, cuya descripción completa se incorpora en el presente documento por referencia.

## Antecedentes de la invención

15 La presente invención se refiere a una plataforma de arquitectura de datos de mapas que se puede usar en vehículos de carretera, como automóviles, camiones, buses, y así sucesivamente, y la presente invención se refiere en concreto a una plataforma de arquitectura de datos de mapas que soporta sistemas avanzados de ayuda al conductor provistos en vehículos de carretera.

20 Los sistemas avanzados de ayuda al conductor ("ADAS", *Advanced driver assistance system*) se han desarrollado con la intención de mejorar la seguridad, la comodidad, la eficiencia y la satisfacción general de la conducción. Los ejemplos de sistemas avanzados de ayuda al conductor incluyen orientación de faros adaptativa, control de cruceo adaptativo y control de cambio adaptativo. La orientación de faros adaptativa ajusta los faros del vehículo, es decir, la anchura, el ángulo rotacional, el ángulo de elevación y el brillo, sobre la base de la curvatura de la carretera delante del vehículo, la inclinación, el cambio de elevación y otros factores. El control de cruceo adaptativo mantiene y/o reanuda una velocidad establecida o la distancia segura de seguimiento con respecto a otros vehículos a menor velocidad que la establecida sobre la base de datos acerca de la velocidad del vehículo, los vehículos próximos y otros obstáculos, tipo de carretera recorrida (autovía frente a carretera local), la curvatura de la carretera, la inclinación, la elevación y otros factores. El control de cambio adaptativo ajusta la desmultiplicación y el cambio de transmisiones automáticas sobre la base de datos de sensor acerca de la velocidad del vehículo, la velocidad del motor, la curvatura de la carretera, la inclinación, la elevación y otros factores. Hay otros sistemas avanzados de ayuda al conductor además de estos.

35 Estos sistemas avanzados de ayuda al conductor usan varios mecanismos sensores en el vehículo para determinar el estado actual del vehículo y el estado actual de la carretera en la parte delantera del vehículo. Estos mecanismos sensores pueden incluir sensores de radar y de orientación por visión, como cámaras. Aunque los sensores de radar y de orientación por visión son componentes importantes de los sistemas avanzados de ayuda al conductor, estos componentes tienen limitaciones. El alcance y/o la exactitud de los sensores de radar o de orientación por visión pueden quedar afectados por determinadas condiciones ambientales, tales como niebla, lluvia intensa o nieve, o carreteras cubiertas de nieve. Además, los sistemas de radar y de orientación por visión no detectan fiablemente algunos atributos útiles de la carretera, tales como limitaciones de velocidad, señales de tráfico, cruces elevados, etc. Además, los sensores de radar y de orientación por visión no pueden "ver" a la vuelta de esquinas u otros obstáculos y, por lo tanto, pueden estar limitados en tales circunstancias.

45 Una forma de afrontar las limitaciones de los sistemas de radar y de orientación por visión es usar datos de mapas digitales como un componente adicional en sistemas avanzados de ayuda al conductor. Los datos de mapas digitales se pueden usar en sistemas avanzados de ayuda al conductor para proporcionar información acerca de la carretera que hay delante. Los datos de mapas digitales no quedan afectados por condiciones ambientales, tales como niebla, lluvia o nieve. Además, los datos de mapas digitales pueden proporcionar información útil que no se puede proporcionar fiablemente por sistemas de orientación por visión, tales como límites de velocidad, restricciones de tráfico y de carril, etc. Además, los datos de mapas digitales se pueden usar para determinar la carretera por delante del vehículo incluso a la vuelta de esquinas o más allá de obstáculos. Por consiguiente, los datos de mapas digitales pueden ser una adición útil en sistemas avanzados de ayuda al conductor.

50 Aunque los datos de mapas digitales se pueden usar como un componente adicional en sistemas avanzados de ayuda al conductor, quedan problemas por afrontar antes de que los datos de mapas digitales se puedan usar de forma generalizada para tales fines. Por ejemplo, existe una necesidad de manejar eficientemente la cantidad relativamente grande de datos de mapas digitales requeridos para sistemas avanzados de ayuda al conductor. Además, diferentes sistemas avanzados de ayuda al conductor requieren diferentes tipos y cantidades de datos de mapas digitales y, por lo tanto, existe una necesidad de proporcionar los datos de mapas digitales que necesitan los varios sistemas avanzados de ayuda al conductor.

65 El documento US 5.751.576 describe una visualización animada de mapas que transporta información a partir de cualquiera de los mapas básicos o de aplicación de un sistema agronómico controlado por ordenador, así como características geológicas o ambientales, estructuras físicas, señales de sensor, información de estatus y otros datos, a una representación bi- o tridimensional que se proyecta usando una visualización de cabeza erguida (HUD,

*heads-up display*) superpuesta sobre el entorno y el terreno en el mundo real visibles para el operario a través del parabrisas del vehículo de aplicación de producto.

5 El documento US 5.576.964 describe un método y sistema para relacionar un sensor pasivo con un entorno geográfico, en el que el sensor pasivo detecta una imagen del entorno geográfico.

**Resumen de la invención**

10 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se facilita un método de acuerdo con la reivindicación 1.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se facilita un sistema de ayuda al conductor de acuerdo con la reivindicación 14.

15 De acuerdo con un tercer aspecto de la invención, se facilita un programa informático de acuerdo con la reivindicación 15.

20 Para abordar estos y otros objetivos, unas realizaciones de la presente invención comprenden una arquitectura de datos para un vehículo de motor para proporcionar datos continuamente actualizados acerca de carreteras por las que puede marchar el vehículo de motor desde una posición actual del vehículo de motor cuando el vehículo de motor marcha a lo largo de las carreteras. La arquitectura de datos incorpora una base de datos de mapas que contiene datos acerca de carreteras en una región geográfica y un programa de localización de vehículos que usa datos procedentes de sensores para proporcionar una salida que indica una posición actual a lo largo de un segmento de carretera representado por datos en la base de datos de mapas. La arquitectura de datos también incluye un programa de horizonte de datos que usa la salida del programa de localización de vehículos y datos procedentes de la base de datos de mapas para determinar uno o más recorridos que el vehículo de motor puede recorrer al pasar de la posición actual del vehículo hasta una extensión asociada con un umbral. Los datos que representan los recorridos determinados por el programa de horizonte de datos se guardan en un depósito de datos del que los sistemas de ayuda al conductor pueden obtener los datos. Los datos que representan los recorridos incluyen datos acerca de la geometría de la carretera, atributos de la carretera y objetos a lo largo de cada recorrido.

30 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es un diagrama de bloques funcionales de la arquitectura de datos de mapas de sistema avanzado de ayuda al conductor 100.

35 La figura 2 es un diagrama de bloques del componente sensor de la arquitectura de datos de mapas de sistema avanzado de ayuda al conductor 100 representada en la figura 1.

Las figuras 3A y 3B muestran los tipos de datos contenidos en el componente de base de datos de mapas de la arquitectura de datos de mapas de sistemas avanzados de ayuda al conductor.

40 La figura 4 es un diagrama de bloques de los componentes de las herramientas de software representadas en la figura 1.

La figura 5 es un diagrama de bloques de los componentes del motor de datos representado en la figura 1.

La figura 6 es una ilustración de una porción de una red de carreteras con una ilustración de un horizonte electrónico superpuesto sobre la misma.

45 La figura 7 es una ilustración de identificadores de segmentos usados al describir recorridos en un horizonte electrónico.

La figura 8 es una ilustración de descriptores de recorrido en un horizonte electrónico.

La figura 9 es una ilustración de un descriptor de recorrido para un giro en U.

La figura 10 es un diagrama de bloques que representa componentes del depósito de datos en la figura 1.

50 La figura 11 es un diagrama de bloques que representa componentes usados para el almacenamiento de datos de horizonte electrónico en el depósito de datos en la figura 10.

La figura 12 es un diagrama de bloques que representa componentes adicionales del depósito de datos en la figura 10.

La figura 13 es un diagrama de bloques que representa componentes del distribuidor de datos en la figura 1.

55 La figura 14 es un diagrama de bloques que representa componentes de la escucha de datos en la figura 1. La figura 15 es un diagrama de bloques que representa una realización de una aplicación de ayuda al conductor asociada con múltiples escuchas.

La figura 16 es un diagrama de bloques que representa cómo una aplicación de ayuda al conductor usa varias funciones para obtener datos de horizonte electrónico.

60 La figura 17 es un diagrama de bloques que representa una realización alternativa de la arquitectura de datos de mapas de sistemas de ayuda al conductor.

**Descripción detallada de la descripción de las realizaciones actualmente preferidas**

65 I. Terminología

En la presente memoria descriptiva se usa la terminología y los conceptos siguientes (no se ha previsto que la terminología y definiciones dadas en el presente documento sean limitativas. Se pueden usar otra terminología y definiciones para expresar conceptos similares o idénticos).

- 5 (1) Segmentos y nodos. Un "segmento" (también denominado un "segmento de carretera") es un tramo de una carretera. Cada segmento tiene dos puntos de extremo. Un "nodo" es uno de los puntos de extremo de un segmento. Un segmento tiene un nodo izquierdo y un nodo derecho. El nodo izquierdo es el nodo con el menor valor de longitud. Si los valores de longitud de ambos nodos son los mismos, el nodo izquierdo es el nodo con la menor latitud. De acuerdo con una realización, los segmentos y los nodos se representan por datos en una base de datos de mapas usada por la arquitectura de datos de mapas de sistema de ayuda al conductor.
- 10 (2) Puntos de forma. "Puntos de forma" son puntos intermedios en un segmento entre sus puntos de extremo. Los puntos de forma se usan para varios fines. Los puntos de forma se pueden usar para modelar la curvatura de un segmento de carretera. Los puntos de forma también se pueden usar para modelar pasos elevados y pasos subterráneos. Por ejemplo, cuando un segmento de carretera cruza otro segmento de carretera a una altura diferente (por ejemplo, un paso elevado o paso subterráneo), un punto de forma está asociado con cada segmento de carretera en la posición del cruce y un atributo de cada punto de forma indica una altitud relativa o una altitud absoluta del segmento de carretera asociado en dicha posición. De acuerdo con una realización, los puntos de forma se representan en la base de datos de mapas usada por la arquitectura de datos de mapas de sistema de ayuda al conductor.
- 15 (3) Sentido de marcha. El "sentido de marcha" en un segmento (el sentido permisible de marcha de un vehículo en un segmento) se expresa en términos de "avance del nodo izquierdo al nodo derecho" o "del nodo derecho al nodo izquierdo".
- 20 (4) Nodo de entrada y nodo de salida. El nodo encontrado en primer lugar en el contexto de marcha en un segmento se denomina el "nodo de entrada", el otro nodo se denomina el "nodo de salida".
- 25 (5) Punto. Un "punto" se refiere a un nodo o un punto de forma de un segmento. Un punto tiene una posición geográfica (por ejemplo, latitud, longitud y altitud) asociada con el mismo.
- 30 (6) Posición de segmento. Una "posición de segmento" es cualquier lugar en un segmento. Mientras que el término "punto" solamente se refiere a nodos y puntos de forma de segmentos, una posición de segmento incluye todas las posiciones en un segmento incluyendo los nodos, todos los puntos de forma y todos los puntos lógicos (es decir, posiciones) entre los nodos y los puntos de forma.
- 35 (7) Orientaciones y rumbos de segmento. La "orientación" de un segmento en un nodo se refiere a la dirección del segmento en dicho nodo. La dirección se mide desde el nodo hacia el interior del segmento. Por ejemplo, la orientación en el nodo izquierdo es el rumbo de un vehículo en el nodo izquierdo cuando el vehículo avanza del nodo izquierdo al derecho. El rumbo de un segmento en el nodo izquierdo o derecho se calcula a partir del valor de orientación en el nodo apropiado más 180 grados.
- 40 (8) Curvatura. La "curvatura" describe cómo una porción de un segmento se curva en un punto o una posición de segmento. Hay formas diferentes de calcular y de representar la curvatura. Una forma de representar la curvatura en un punto de un segmento es por el radio de un círculo que corresponde a la curva del segmento en dicho punto. De acuerdo con una realización, la curvatura se representa por datos en una base de datos de mapas usada por la arquitectura de datos de mapas de sistema de ayuda al conductor. De acuerdo con otra realización, la curvatura se puede calcular usando datos que indican las coordenadas de puntos sucesivos a lo largo de un segmento de carretera.
- 45 (9) Recorrido. Un "recorrido" es una secuencia de uno o más segmentos de carretera (o porciones de los mismos) por encima de los cuales un vehículo podría marchar desde una posición actual.
- 50 (10) Objetos de la carretera. Un "objeto de la carretera" se refiere a un objeto situado en o a lo largo de una carretera, tal como una señal o un paso de peatones.
- (11) Geometría de la carretera. "Geometría de la carretera" se refiere a la forma y curvatura de una carretera. La forma de la carretera se define por las coordenadas geográficas de puntos a lo largo de un segmento de carretera ("curvatura" se describe por separado en lo sucesivo).

## II. Arquitectura de datos de mapas de sistemas avanzados de ayuda al conductor

### A. Visión general

55 La figura 1 es un diagrama de bloques funcionales de la arquitectura de datos de mapas de sistema avanzado de ayuda al conductor 100. La arquitectura de datos de mapas de sistema avanzado de ayuda al conductor 100 es una combinación de componentes de software y hardware instalados en un vehículo de motor 108. La arquitectura de datos de mapas de sistema avanzado de ayuda al conductor 100 proporciona acceso a datos relacionados con mapas para su uso por aplicaciones de sistema avanzado de conducción 200. La arquitectura de datos de mapas de sistema avanzado de ayuda al conductor 100 incluye los componentes siguientes.

60

(1) Sensores 120. Los sensores 120 proporcionan salidas que se usan mediante programación en la arquitectura de datos de mapas de sistema avanzado de ayuda al conductor 100 para determinar la posición del vehículo 108 en la red de carreteras y para proporcionar otra información, tal como velocidad y rumbo del vehículo (además de estos sensores 120, las aplicaciones de sistema avanzado de conducción 200 pueden usar las salidas procedentes de otros tipos de sensores 122. Estos otros tipos de sensores 122 pueden incluir tipos de sensores

65

de sistema por visión o radar).

(2) Una base de datos de mapas 130. La base de datos de mapas 130 incluye información acerca de características geográficas, tal como carreteras y puntos de interés, en la zona geográfica en la que avanza el vehículo 108 en el que está instalada la arquitectura de datos de mapas de sistema avanzado de ayuda al conductor 100.

(3) Programa de horizonte de datos 110. La arquitectura de datos de mapas de sistema de ayuda al conductor 100 incluye un programa de horizonte de datos 110. El programa de horizonte de datos 110 incluye la programación que usa la base de datos de mapas 130 y entradas procedentes de los sensores 120 para proporcionar datos relacionados con mapas a los sistemas avanzados de ayuda al conductor 200.

(4) Componentes de herramientas de software 150. En la presente realización, los componentes de herramientas de software 150 son una parte del programa de horizonte de datos 110. Los componentes de herramientas de software 150 incluyen programación para acceder a la base de datos de mapas 130 y programas de herramientas de software para realizar ciertas funciones requeridas con los datos de mapas obtenidos de la base de datos de mapas 130.

(5) Un programa de supervisión 160. El programa de supervisión 160 es un componente de software de la arquitectura de datos de mapas de sistema avanzado de ayuda al conductor 100 que permite supervisar la ejecución del programa de horizonte de datos 110.

(6) Un programa de configuración 165. El programa de configuración 165 es un componente de software de la arquitectura de datos de mapas de sistema avanzado de ayuda al conductor 100 que permite la configuración del programa de horizonte de datos 110.

(7) Un motor de datos 170. El motor de datos 170 es un componente del programa de horizonte de datos 110. El motor de datos 170 determina y obtiene de la base de datos de mapas 130 los datos relevantes acerca de la carretera que está delante (o detrás) del vehículo.

(8) Un depósito de datos 180. El depósito de datos 180 es un componente del programa de horizonte de datos 110. El depósito de datos 180 contiene los últimos datos relevantes acerca de la carretera que está delante (o detrás) del vehículo según es determinado por el motor de datos 170.

(9) Un distribuidor de datos 190. El distribuidor de datos 190 es un componente del programa de horizonte de datos 110. El distribuidor de datos 190 proporciona una notificación acerca de que nuevos datos acerca de la carretera que está delante (o detrás) del vehículo se han almacenado en el depósito de datos 180.

(10) Una o más aplicaciones avanzadas de ayuda al conductor 200. Estas aplicaciones 200 usan los datos relacionados con mapas proporcionados por el programa de horizonte de datos 110. Estas aplicaciones 200 pueden incluir orientación de faros adaptativa, control de cruceo adaptativo, detección de obstáculos, prevención de obstáculos, prevención de choques, control de cambio adaptativo y otros.

(11) Una o más escuchas de datos 300. Una escucha de datos 300 es un componente de software usado para obtener datos del programa de horizonte de datos 110. Una escucha de datos 300 recibe las notificaciones del distribuidor de datos 190 y obtiene datos del depósito de datos 180. Una escucha de datos 300 se puede implementar como parte de cada aplicación de ayuda al conductor 200 o una escucha de datos se puede implementar como un componente de software autónomo.

Cada uno de los componentes anteriores de la arquitectura de datos de mapas de sistema avanzado de ayuda al conductor 100 se describe con más detalle en lo sucesivo.

#### B. Los sensores de posición 120

Con referencia a las figuras 1 y 2, el programa de horizonte de datos 110 recibe las salidas procedentes de los sensores de posición 120. De acuerdo con una realización, estos sensores 120 incluyen un sistema GPS 120(1), un giroscopio 120(2), un sensor de velocidad de vehículo 120(3) y un sensor de marcha hacia delante/hacia atrás del vehículo 120(4). También se puede incluir otros tipos de sensores 120(5). Por ejemplo, los sensores pueden incluir sensores de navegación inercial.

En una realización, el sistema GPS 120(1) es un sistema fabricado por Trimble y el giroscopio 120(2) es una unidad fabricada por Murata. También se puede usar equipo de otros fabricantes. Datos que indican la velocidad del vehículo y/o la dirección hacia delante/hacia atrás del vehículo se pueden obtener de sensores o componentes previstos para otros fines en otro lugar en el vehículo 108. En una realización, las señales del giroscopio y de la velocidad son recogidas cada 100 milisegundos. El GPS y el sensor de dirección hacia delante/hacia atrás del vehículo se proporcionan a una frecuencia de una vez por segundo. En otras realizaciones, las salidas procedentes

de los sensores se pueden proporcionar a frecuencias diferentes.

C. La base o bases de datos 130

5 (1) Organización de bases de datos de mapas

10 Con referencia de nuevo a la figura 1, la base de datos de mapas 130 incluye información acerca de carreteras, intersecciones, puntos de interés y, posiblemente, otras características geográficas en la región geográfica en la que avanza el vehículo 108 en el que se ha instalado la arquitectura de datos de mapas 100 del sistema avanzado de ayuda a conductor. En la realización representada en la figura 1, la base de datos de mapas 130 está formada por una o más bases de datos de componentes. Específicamente, la base de datos de mapas 130 incluye una base de datos primaria 130(1) y una base de datos suplementaria 130(2).

15 La base de datos de mapas primaria 130(1) puede ser similar o idéntica a una base de datos usada en sistemas de navegación en vehículo. De acuerdo con la presente realización, la base de datos de mapas primaria 130(1) soporta funciones relacionadas con la navegación, incluyendo posición del vehículo, cálculo de ruta, guía de ruta y visualización de mapas. La base de datos primaria 130(1) también proporciona soporte para una porción de las funciones de sistema avanzado de ayuda al conductor. En la presente realización, la base de datos primaria 130(1) también proporciona una porción de las lecturas de datos proporcionadas a las aplicaciones de ayuda al conductor 200, como se describe en lo sucesivo.

25 En una realización, la base de datos de mapas primaria 130(1) es una base de datos en el formato de almacenamiento físico SDAL™ desarrollado y publicado por Navigation Technologies Corporation de Rosemont, Illinois. En una realización, la base de datos primaria 130(1) está en la versión 1.7 del formato de almacenamiento físico SDAL™. Una realización adecuada de una base de datos de mapas primaria se describe en la Patente de Estados Unidos con n.º 5.968.109, cuya descripción completa se incorpora en el presente documento por referencia (la materia objeto novedosa descrita en el presente documento no se limita a formato específico alguno de base de datos).

30 La base de datos suplementaria 130(2) también contiene datos acerca de carreteras e intersecciones en la región geográfica. Sin embargo, la base de datos suplementaria 130(2) incluye datos que no se proporcionan necesariamente en la base de datos de mapas primaria 130(1). La base de datos de mapas suplementaria 130(2) puede incluir datos de mayor calidad (es decir, más exactos) que los datos que están contenidos en la base de datos primaria 130(1). Por ejemplo, con respecto a la geometría de la carretera, los datos en la base de datos suplementaria 130(2) pueden ser más exactos con respecto a la longitud, la latitud y/o la altitud. Además, las posiciones de inicio y de fin de túneles se pueden especificar más exactamente en la base de datos suplementaria 130(2) que en la base de datos primaria 130(1). Además, los datos en la base de datos suplementaria 130(2) pueden ser más exactos con respecto a información derivada, tal como la curvatura.

40 La base de datos suplementaria 130(2) también puede incluir más tipos de datos (por ejemplo, más tipos de atributos) que los datos contenidos en la base de datos primaria 130(1). Por ejemplo, la base de datos suplementaria 130(2) puede incluir datos acerca de objetos de la carretera, tal como señales y pasos de peatones incluyendo sus posiciones a lo largo del segmento de carretera, tipo de objeto de señal y texto de señal. La base de datos suplementaria 130(2) también puede incluir datos que indican si una carretera está bordeada por árboles, etc.

45 De acuerdo con una realización, la base de datos primaria 130(1) y la base de datos suplementaria 130(2) incluyen datos que representan todas las carreteras e intersecciones en la región cubierta. De acuerdo con esta alternativa, los datos en la base de datos suplementaria 130(2) suplementan la representación de cada segmento de carretera que también se representa en la base de datos primaria 130(1).

50 De acuerdo con una realización alternativa, la base de datos suplementaria 130(2) representa menos carreteras que la base de datos primaria 130(1). En la presente realización alternativa, mientras que la base de datos primaria 130(1) puede incluir datos que representan todas las carreteras e intersecciones en la región cubierta, la base de datos suplementaria 130(2) incluye datos que representan solamente una porción de todas las carreteras en la región cubierta. Por ejemplo la base de datos suplementaria 130(2) puede incluir solamente las carreteras con los mayores volúmenes de tráfico (por ejemplo, autopistas, vías públicas principales). Los segmentos de carretera representados por la base de datos suplementaria 130(2) también pueden estar representados por datos en la base de datos primaria 130(1).

60 De acuerdo con otra realización alternativa, en lugar de usar dos bases de datos separadas, la arquitectura de datos de mapas de sistema de ayuda al conductor 100 usa una sola base de datos. En la presente realización de una sola base de datos los datos de menor exactitud contenidos en la base de datos primaria 130(1) se combinan con los datos de mayor exactitud contenidos en la base de datos suplementaria 130(2). En la realización de una sola base de datos, todas las carreteras pueden estar representadas por datos que tienen la norma de alta exactitud de la base de datos suplementaria. Alternativamente, en la realización de una sola base de datos, solamente algunas de las carreteras representadas se representan por los datos de exactitud superior y el resto de las carreteras se

representan por unos datos de exactitud inferior.

En la realización de una sola base de datos que contiene datos de exactitud superior y datos de exactitud inferior, se ha previsto unos medios para indicar si un segmento de carretera representado se representa por datos de exactitud superior o por datos de exactitud inferior. Un atributo de datos (por ejemplo, un bit de datos de alta exactitud) puede estar asociado con cada entidad de datos que representa un segmento de carretera para indicar si los datos que representan los segmentos son conformes a una norma de alta exactitud especificada. En otras alternativas, las carreteras pueden estar representadas por datos de diferentes niveles de exactitud. Cada uno de estos diferentes niveles de exactitud puede ser indicado por una designación de nivel de exactitud (por ejemplo, 0-7).

(2) Integración de datos de diferentes niveles de exactitud

Como se ha indicado anteriormente, en algunas realizaciones de la base de datos de mapas 130 algunas carreteras se representan por datos que tienen un nivel de exactitud suficientemente alto para su uso por aplicaciones del sistema avanzado de ayuda al conductor y otras carreteras se representan por datos que tienen un nivel de exactitud que no es suficientemente alto para su uso por aplicaciones del sistema avanzado de ayuda al conductor. En estas realizaciones, se ha previsto unos medios por los que unos datos de exactitud superior se integran con unos datos de exactitud inferior (o desconocida). Para realizar esta integración, en la base de datos de mapas 130 se incluyen datos para representar segmentos de transición. Un "segmento de transición" es un segmento que está conectado en un extremo a otro segmento representado por datos que tienen un alto nivel de exactitud y en su otro extremo a otro segmento representado por datos que tienen un nivel de exactitud inferior (o desconocido). En un segmento de transición, las coordenadas del nodo conectado al segmento representado por datos que tienen un alto nivel de exactitud se almacenan al nivel de exactitud superior. Sin embargo, las coordenadas del nodo conectado al segmento representado por datos de un nivel de exactitud inferior (o desconocido) se almacenan al nivel de exactitud inferior. Por lo tanto, de acuerdo con la presente realización, hay tres clases de segmentos: (1) segmentos representados por datos de alta exactitud, (2) segmentos representados por datos de exactitud inferior (o desconocida), y (3) segmentos de transición que conectan (1) y (2).

(3) Tipos de atributos de datos incluidos en la base de datos de mapas

Como se ha indicado anteriormente, la base de datos de mapas 130 incluye información acerca de carreteras e intersecciones. De acuerdo con una realización, la base de datos de mapas 130 representa cada segmento de carretera con una entidad de datos de segmento separada. Cada nodo en el punto de extremo de un segmento de carretera se representa por una entidad de datos de nodo separada. La base de datos de mapas 130 incluye atributos (de datos) asociados con las entidades de datos de segmento y atributos (de datos) asociados con las entidades de datos de nodo. Los atributos de nodo se refieren a una propiedad o característica de los nodos de extremo de un segmento. Los atributos de segmento se refieren a una propiedad o característica asociada con el segmento en conjunto o con un punto (posición) específico a lo largo del segmento.

Los ejemplos de atributos de nodo incluyen los siguientes:

- (1) El número de segmentos que se extienden desde el nodo actual. Este recuento incluye el segmento actual (es decir, el segmento de entrada). Todos los segmentos son contados, tanto si son accesibles como si no.
- (2) El número de posibles giros que el vehículo puede realizar en el modo especificado (no se incluyen en este recuento los giros en U).

Además de los anteriores, varios otros atributos pueden estar asociados con nodos, incluyendo coordenadas geográficas, altitud, nombre, identificación (por ejemplo, por número de ID) de segmentos de carretera conectados con los mismos, limitaciones de giro, etc.

Como se ha indicado anteriormente, los atributos de segmento pueden estar relacionados con una propiedad o característica asociada con un punto (posición) específico a lo largo del segmento. Estos atributos de un segmento se denominan "atributos dependientes de punto". Este tipo de atributo de segmento describe una propiedad relacionada con un "punto" en un segmento (donde un "punto" se refiere o bien a uno de los dos nodos de extremo de un segmento o bien a un punto de forma en el segmento).

Se usa un atributo dependiente de punto para representar una propiedad del segmento de carretera en el punto, como pendiente, peralte, etc.

En una realización de la presente invención, algunos atributos dependientes de punto están asociados con un sentido de marcha a lo largo de un segmento. Un atributo de "señal de stop" es un ejemplo de un atributo dependiente de punto asociado con un sentido de marcha. Un atributo de "señal de stop" indica la presencia de una señal de stop en un punto a lo largo de un segmento asociado con un sentido específico de recorrido (por ejemplo, puede no haber una señal de stop al avanzar en el sentido contrario a lo largo del segmento).

Un atributo de "señal de stop" también es un ejemplo de un atributo booleano. Un atributo booleano es un atributo dependiente de punto que es verdadero o falso en el punto específico. Una "señal de stop" se modela usando un atributo booleano porque una señal de stop está presente o no en un punto específico.

5 Otro tipo de atributo dependiente de punto es un atributo de transición booleano. Los atributos de transición booleanos describen propiedades o características que se aplican a cada posición en un segmento, no solamente a los puntos de un segmento. Un atributo de transición booleano es un atributo que cambia de valor solamente en puntos de segmento, si es que cambia (los términos "antes" y "después" se refieren a un vehículo que se aproxima a un punto y supera dicho punto). Por ejemplo, para cualquier posición en un segmento (no solamente cualquier punto), dado un sentido de marcha, el "paso" de vehículos está permitido o no. Con el fin de modelar si está permitido el "paso" de vehículos, se supone que alguna señal relacionada (tal como "inicio de zona de no paso" y "fin de zona de no paso") está situada en un punto de un segmento. Si es este el caso, se aplica uno de los siguientes a cualquier punto del segmento.

15        Transición verdadero -> verdadero:    Está permitido el paso antes del punto y después del punto.  
           Transición verdadero -> falso:        Está permitido el paso antes del punto, pero no después del punto.  
           Transición falso -> verdadero:        No está permitido el paso antes del punto, pero sí después del punto.  
           Transición falso -> falso:            No está permitido el paso antes del punto y tampoco está permitido después del punto.

20 Otro tipo de atributo dependiente de punto es un atributo de transición de rango de números enteros. Un atributo de transición de rango de números enteros es un atributo que representa rangos de números enteros o intervalos de números enteros. Un atributo de rango de números enteros tiene un valor fijo entre cualesquiera dos puntos consecutivos de un segmento, pero puede cambiar su valor en cualquier punto a un intervalo diferente. Un valor se define antes de un punto y en el punto. Un ejemplo de cuándo se usa un atributo de transición de rango de números enteros es para "información de velocidad máxima". Un valor de rango de números enteros tal como {20 ... 29} significa que la velocidad legal máxima es entre 20 y 29 km/h. Un valor de rango de números enteros tal como {20 ... 20} significa que la velocidad legal máxima es exactamente 20 km/h. También se pueden especificar valores para diferentes instantes del día.

30 Algunos atributos de segmento pueden ser idénticos para cada punto del segmento (por ejemplo, un nombre de carretera). Tales atributos pueden ser especificados una vez para todo el segmento.

35 La información de atributo dependiente de punto puede ser almacenada en formato SDAL™ o en otras tablas de base de datos.

Las figuras 3A y 3B muestran algunos de los tipos de datos incluidos en la base de datos de mapas 130. La columna de la tabla etiquetada "Fuente" en las figuras 3A y 3B indica si el elemento de datos se halla en la base de datos primaria 130(1), la base de datos suplementaria 130(2), o ambas.

40 (4) Curvatura

De acuerdo con una realización, entre los atributos de segmento hay un atributo que representa la curvatura. "Curvatura" es una propiedad de un punto a lo largo de una longitud de un segmento. La curvatura describe cómo una porción de un segmento se curva en dicho punto. En una realización de la presente invención, la curvatura se define para los puntos de un segmento (es decir, puntos de forma, nodos). Dos componentes describen la curvatura: un sentido de curvatura (curva a la izquierda, curva a la derecha y recta) y un radio de curvatura. No se define radio de curvatura alguno para el caso de una línea recta o casi recta (un segmento en el que el radio de curvatura supera un valor umbral configurable puede ser considerado como una línea recta).

50 Los datos de curvatura se pueden obtener de varias formas diferentes. Una forma de obtener datos de curvatura es medirla directamente usando equipo sensor (por ejemplo, un acelerómetro) y almacenar la medición como un atributo de datos asociado con un punto en la base de datos de mapas 130. Otra forma de obtener datos de curvatura es calcular la curvatura usando datos de posición. Para una secuencia de tres puntos, la curvatura en el punto medio se puede determinar calculando el radio de un círculo cuya circunferencia incluye las posiciones de los tres puntos. Los datos de curvatura obtenidos por cálculo usando datos de posición se pueden almacenar en la base de datos de mapas 130. Alternativamente, la curvatura se puede calcular según sea necesario por una función de software en el vehículo. Tal función de software puede estar incluida entre las aplicaciones del sistema avanzado de ayuda al conductor 200 usando datos de posición asociados con puntos almacenados en la base de datos de mapas 130. Alternativamente, una función de software que calcula la curvatura a partir de datos de posición puede estar incluida en el programa de horizonte de datos 110.

D. Componentes de herramientas de software 150

65 Los componentes de herramientas de software 150 proporcionan la base sobre la que se construye el programa de horizonte de datos 110. En la realización representada en las figuras 1 y 4, los componentes de herramientas de

software 150 incluyen una capa de acceso de datos 150(1), aplicaciones de navegación 150(2), y una estructura de objeto 150(3).

5 La capa de acceso de datos 150(1) permite acceder a la base de datos de mapas 130. En una realización, la capa de acceso de datos 150(1) es la librería SDAL™ facilitada por Navigation Technologies Corporation de Rosemont, Illinois. La capa de acceso de datos 150(1) proporciona un conjunto de interfaces de programación de aplicaciones (API, *application programming interface*) en forma de librerías de software para un acceso eficiente a los atributos de mapa en la base de datos primaria 130(1). Una realización de la capa de acceso de datos 150(1) se describe en la solicitud pendiente junto con la presente con n.º de serie 08/740.298, presentada el 25 de octubre de 1996, cuya descripción completa se incorpora en el presente documento por referencia.

15 Las aplicaciones de navegación 150(2) realizan funciones similares a las usadas en sistemas de navegación a bordo del vehículo. De acuerdo con una realización, las aplicaciones de navegación 150(2) están dispuestas en forma de rutinas de librerías de software de API. Estas rutinas de librerías de software de API realizan operaciones usadas frecuentemente en aplicaciones relacionadas con datos de mapas. Entre las aplicaciones de navegación 150(2) se incluyen posición del vehículo 150(2)(1), visualización de mapas 150(2)(2), cálculo de ruta 150(2)(3), geocodificación 150(2)(4), y guía de dirección 150(2)(5). En una realización, las aplicaciones de navegación 150(2) son el software NavTools™ facilitado por Navigation Technologies Corporation de Rosemont, Illinois. Se describen realizaciones de aplicaciones de navegación para posición del vehículo, visualización de mapas, cálculo de ruta y guía de dirección en las solicitudes pendientes junto con la presente con n.º de serie 09/276.377, 09/047.141, 09/047.698, 08/893.201, y 09/196.279, cuyas descripciones completas se incorporan en el presente documento por referencia.

25 La estructura de objeto 150(3) proporciona un contenedor orientada a objetos alrededor de la capa de acceso de datos 150(1) y las aplicaciones de navegación 150(2). La estructura de objeto 150(3) simplifica el uso de la capa de acceso de datos 150(1) y las aplicaciones de navegación 150(2). La estructura de objeto 150(3) también puede facilitar el desarrollo de aplicaciones en algunas plataformas (por ejemplo, un entorno de Microsoft Windows/NT).

#### XML en la arquitectura de datos del sistema avanzado de ayuda al conductor

30 En una realización, la arquitectura de datos de mapas de sistema avanzado de ayuda al conductor 100 usa XML (*eXtensive Markup Language*, lenguaje de marcación extensible). Por ejemplo, se puede generar información de archivo de registro y de otro tipo en XML. Igualmente, parte de la información leída por la arquitectura de datos de mapas de sistema avanzado de ayuda al conductor 100 se puede codificar en XML. Una ventaja de tener un formato de archivo para múltiples fines simplifica la manipulación y el procesamiento adicional de información de entrada y de salida. El uso de XML es ventajoso en un entorno de desarrollo y prueba.

40 En una realización se puede usar Internet Explorer versión 5.0 (IE5) de Microsoft u otro programa que soporte XML como un formato nativo de archivo. IE5 también procesa XSL (archivos de estilo relacionado con XML). Esto permite presentar archivos XML de diferentes formas.

#### E. El motor de datos 170

##### (1) Visión general

45 Con referencia a las figuras 1 y 5, el programa de horizonte de datos 110 incluye un motor de datos 170. El motor de datos 170 es el componente del programa de horizonte de datos 110 que calcula un horizonte electrónico (descrito con más detalle en lo sucesivo). El motor de datos 170 proporciona una salida que incluye los datos que representan el horizonte electrónico en un formato organizado. El motor de datos 170 proporciona esta salida de una forma cíclica.

##### (2) Entradas al motor de datos

50 Al realizar sus funciones, el motor de datos 170 usa datos que indican la posición del vehículo (incluyendo dirección y velocidad) como una entrada. Con referencia a la figura 5, el motor de datos 170 incluye un proceso de recepción de datos 170(1) que realiza esta función. El proceso de recepción de datos 170(1) recibe datos que indican la posición del vehículo a partir de la herramienta de localización de vehículo 150(2)(1). Los datos que indican la posición del vehículo incluyen una identificación del segmento de carretera en el que se encuentra el vehículo, la posición a lo largo del segmento de carretera identificado en el que se encuentra el vehículo, y el sentido que sigue el vehículo a lo largo del segmento de carretera. El segmento de carretera en el que se encuentra el vehículo es determinado por la herramienta de localización de vehículo 150(2)(1) usando datos procedentes de la base de datos de mapas 130.

65 La posición a lo largo del segmento de carretera identificado se puede proporcionar en varias formas diferentes. Por ejemplo, la posición del vehículo a lo largo del segmento de carretera se puede proporcionar como una distancia desde un extremo (por ejemplo, n metros desde el punto de extremo izquierdo). En otra alternativa, si el segmento de carretera incluye puntos de forma situados entre sus puntos de extremo, la posición del vehículo a lo largo del

segmento de carretera puede ser indicada por el punto de forma al que el vehículo está más próximo. Alternativamente, la posición del vehículo a lo largo del segmento de carretera identificado se puede identificar como el punto de forma que está inmediatamente delante de la posición del vehículo. En otra alternativa, la posición del vehículo a lo largo de un segmento de carretera se puede proporcionar en porciones incrementales de la longitud del segmento de carretera (por ejemplo, n/256-avos a lo largo de un segmento de carretera).

Los datos que indican la dirección del vehículo pueden ser suministrados al componente de recepción de datos 170(1) del motor de datos 170 por la herramienta de localización de vehículo 150(2)(1) indicando a qué nodo del segmento se dirige el vehículo. El componente de recepción de datos 170(1) del motor de datos 170 también obtiene la velocidad del vehículo (por ejemplo, de los sensores 120).

La herramienta de localización de vehículo 150(2)(1) puede proporcionar una nueva salida que indica una nueva posición del vehículo a intervalos regulares. Estos intervalos pueden ser una vez por segundo, 10 veces por segundo, 100 veces por segundo, una vez cada 2 segundos, o cualquier otro periodo. Los intervalos también pueden ser intervalos irregulares o pueden ser intervalos basados en algún otro factor, tal como la distancia, o una combinación de factores, tal como el tiempo y la distancia. De acuerdo con una realización de la presente invención, el componente de recepción de datos 170(1) recibe cada salida de la herramienta de localización de vehículo 150(2)(1) que indica una nueva posición del vehículo.

La herramienta de localización de vehículo 150(2)(1) puede determinar que el vehículo 108 está fuera de la carretera. El vehículo 108 está fuera de la carretera si la herramienta de localización de vehículo 150(2)(1) no puede determinar una posición del vehículo a lo largo de un segmento de carretera representado en la base de datos de mapas 130. Esto puede tener lugar si el vehículo está realmente fuera de la carretera (por ejemplo, no en algún segmento de carretera, tal como en un aparcamiento, en el campo, o fuera de la región de cobertura de la base de datos de mapas 130). Alternativamente, la herramienta de localización de vehículo 150(2)(1) puede determinar que el vehículo está fuera de la carretera si no se puede obtener información fiable del sensor. Si la herramienta de localización de vehículo 150(2)(1) indica que el vehículo está fuera de la carretera, la información que indica este estado fuera de la carretera se suministra al proceso de recepción de datos 170(1). La determinación de un horizonte electrónico requiere una posición válida del vehículo con el vehículo colocado en una posición específica de un segmento específico. Si el vehículo está fuera de la carretera, el motor de datos 170 no calcula un horizonte electrónico.

### (3) Cálculo del horizonte electrónico

El motor de datos 170 incluye un proceso de cálculo de horizonte electrónico 170(3). El proceso de cálculo de horizonte electrónico 170(3) determina qué segmentos de carretera e intersecciones deberán ser representados en la salida del motor de datos 170. Estos segmentos e intersecciones representados en la salida del motor de datos 170 son los recorridos potenciales que el vehículo puede seguir desde la posición actual del vehículo. La extensión de cada uno de estos recorridos potenciales desde la posición actual del vehículo se determina por el proceso de cálculo de horizonte electrónico 170(3). El "horizonte electrónico" se refiere a la colección de las carreteras e intersecciones que van desde la posición actual del vehículo a los destinos determinados por el proceso de cálculo de horizonte electrónico 170(3). Así, el "horizonte electrónico" representa la carretera delante (o posiblemente detrás) del vehículo. El horizonte electrónico también es una representación de recorridos potenciales de movimiento del vehículo desde la posición actual del vehículo. El "horizonte electrónico" también se refiere a la colección de datos que representan las carreteras e intersecciones que van desde la posición actual del vehículo a dichos destinos, incluyendo los atributos de la carretera, objetos de la carretera y geometría de la carretera de los segmentos de carretera que forman el horizonte electrónico.

Para realizar la función de determinar el horizonte electrónico, el proceso de cálculo de horizonte electrónico 170(3) obtiene los datos que indican la posición actual del vehículo del proceso de recepción de datos 170(1). Usando los datos que indican la posición actual del vehículo, el proceso de cálculo de horizonte electrónico 170(3) obtiene datos procedentes de la base de datos de mapas 130 que se refieren a todas las carreteras alrededor de la posición actual del vehículo. El motor de datos 170 incluye un proceso de componentes 170(2) que obtiene estos datos procedentes de la base de datos de mapas 130. Si la base de datos de mapas 130 incluye una base de datos primaria y una base de datos suplementaria, el proceso de componentes 170(2) combina los datos primarios y secundarios para su uso por el motor de datos.

Después de obtener datos que se refieren a todos los segmentos de carretera alrededor de la posición actual del vehículo, el motor de datos 170 determina qué segmentos de carretera representan el horizonte electrónico. Esta etapa incluye determinar las extensiones (o límites) del horizonte electrónico. Al determinar las extensiones del horizonte electrónico, el proceso de cálculo de horizonte electrónico 170(3) permite que los recorridos potenciales que se extienden desde la posición actual del vehículo sean suficientemente grandes para que las aplicaciones de ayuda al conductor 200 (en la figura 1) que usan los datos enviados por el programa de horizonte de datos 110 estén provistas de todos los datos que estas puedan necesitar para realizar sus funciones, dada la velocidad y dirección del vehículo así como los requisitos específicos de cada una de las aplicaciones de ayuda al conductor 200. Por otra parte, el proceso de cálculo de horizonte electrónico 170(3) crea un horizonte electrónico lo más

pequeño posible con el fin de reducir los recursos computacionales requeridos para crearlo y también para reducir los recursos computacionales requeridos por las aplicaciones de ayuda al conductor 200 al usar los datos incluidos en el horizonte electrónico.

- 5 Las extensiones del horizonte electrónico se determinan usando uno o más funciones de cálculo de costos, como se explica con más detalle en lo sucesivo. Brevemente, comenzando con el segmento en el que el vehículo se encuentra actualmente, se evalúa la posible inclusión en el horizonte electrónico de cada segmento de cada recorrido delantero que parte de la posición actual del vehículo. El proceso de cálculo de horizonte electrónico 170(3) deja de evaluar segmentos a añadir a un recorrido desde la posición actual del vehículo cuando el recorrido
- 10 tiene al menos un costo umbral mínimo, si es posible. El proceso de cálculo de horizonte electrónico 170(3) deja de calcular un horizonte electrónico cuando se determinan todos los segmentos incluidos en todos los recorridos de la posición actual del vehículo. Cuando el proceso de cálculo de horizonte electrónico 170(3) deja de calcular un horizonte electrónico, se determinan las extensiones del horizonte electrónico.
- 15 De acuerdo con una realización, el horizonte electrónico se representa por un árbol del que salen como bifurcaciones los recorridos potenciales de movimiento desde la posición actual del vehículo. El proceso de cálculo de horizonte electrónico 170(3) forma este árbol al determinar qué segmentos de carretera e intersecciones incluir en el horizonte electrónico. El árbol que forma el horizonte electrónico incluye componentes por los que cada punto a lo largo de cada recorrido se puede especificar y definir dentro del contexto de toda la estructura del árbol. De esta
- 20 manera, la formación del horizonte electrónico se realiza de una manera consistente, fiable y reproducible. Esto proporciona características, tales como un nivel de confianza, que pueden ser usadas por los sistemas avanzados de ayuda al conductor 200.

#### (4) Terminología del horizonte electrónico

- 25 Los componentes del horizonte electrónico se organizan de modo que las aplicaciones de ayuda al conductor 200 puedan usar los datos que representan las carreteras situadas alrededor del vehículo. Los componentes del horizonte electrónico incluyen lo siguiente:
- 30 (a) Primer segmento. El segmento de carretera en el que se encuentra el vehículo es el "primer segmento" del árbol de horizonte electrónico.
- (b) Nodo raíz. El nodo de entrada del primer segmento del horizonte electrónico es el "nodo raíz" del árbol de horizonte electrónico.
- 35 (c) Nodo interno. Un "nodo interno" de un horizonte electrónico es un nodo al que están unidos al menos dos segmentos del horizonte electrónico.
- (d) Segmentos de entrada y de salida. Cada nodo interno de un horizonte electrónico tiene un "segmento de entrada", es decir, un segmento en el que el vehículo se puede mover potencialmente hacia dicho nodo. Un nodo interno también tiene uno o más "segmentos de salida", es decir, segmentos en los que un vehículo se aleja potencialmente del nodo interno actual.
- 40 (e) Nodo hoja. Un "nodo hoja" es un nodo dentro de un horizonte electrónico donde no se unen segmentos adicionales.
- (f) Sub-árbol accesible. Los segmentos del horizonte electrónico que son accesibles por recorridos legalmente permitidos del primer segmento del horizonte electrónico forman el "sub-árbol accesible" del horizonte electrónico.
- 45 (g) Horizonte electrónico de recorrido simple. Un horizonte electrónico se denomina un "horizonte electrónico de recorrido simple" si el sub-árbol accesible del mismo consiste solamente en una lista lineal de segmentos.
- (h) Horizonte electrónico de segmento único. Un horizonte electrónico de recorrido simple se denomina un "horizonte electrónico de segmento único" si el sub-árbol accesible del horizonte electrónico consiste solamente en un único segmento.
- 50 (i) Segmento inaccesible. Un "segmento inaccesible" es un segmento que está conectado a un nodo incluido en el horizonte electrónico pero en el que no se puede entrar legalmente desde el nodo. Por ejemplo, el segmento puede ser una calle de sentido único y el sentido de la limitación de un sentido único es tal que es ilegal conducir por el segmento procedente del nodo que es parte del horizonte electrónico. Alternativamente, puede haber en efecto una prohibición de giro que no permite que un vehículo gire en el segmento procedente del nodo que es parte del horizonte electrónico. Obsérvese que un segmento particular puede ser inaccesible si el vehículo se aproxima al segmento por medio de un nodo, pero accesible si el vehículo se aproxima al segmento por medio
- 55 de un nodo diferente. La formación del horizonte electrónico puede estar configurada (por ejemplo, a través de la función de cálculo de costos, como se describe en lo sucesivo) de modo que los segmentos inaccesibles se incluyan en un horizonte electrónico o, alternativamente, la formación del horizonte electrónico puede estar configurada de modo que los segmentos inaccesibles queden excluidos de un horizonte electrónico.
- 60

#### Ejemplo

- 65 La figura 6 ilustra un horizonte electrónico superpuesto en una porción de la red de carreteras. En la figura 6, el segmento inaccesible está excluido del sub-árbol de horizonte electrónico.

(5) Identificación de componentes del horizonte electrónico

El horizonte electrónico incluye unos medios por los que cada uno de los recorridos que van desde la posición actual del vehículo a las extensiones del horizonte electrónico se puede identificar de forma única. Cada una de las partes componentes de un horizonte electrónico se puede identificar usando identificadores de segmento, identificadores de recorrido, descriptores de segmento, descriptores de nodo y descriptores de punto.

(a) Identificadores de segmento. Un "identificador de segmento" identifica un segmento con un número de índice con respecto a un nodo particular. El segmento de entrada de un nodo tiene un índice de 0. Los segmentos de salida de un nodo son indexados comenzando en 1. Todos los segmentos de salida de un nodo se marcan en el sentido de las agujas del reloj. El primer segmento (es decir, índice = 1) es el segmento que sigue al segmento de entrada en el sentido de las agujas del reloj. Es posible que no haya segmento de salida para un nodo particular (por ejemplo, un nodo hoja). La figura 7 ilustra la asignación de identificadores de segmento en una intersección (es decir, un nodo).

(b) Descriptores de recorrido. Un "descriptor de recorrido" describe un recorrido por una lista de los identificadores de segmento de dicho recorrido. Dado que cada recorrido incluye el primer segmento de un horizonte electrónico, cada descriptor de recorrido empieza con 0. Cualquier segmento después del primer segmento de horizonte electrónico es identificado por su identificador de segmento con respecto a su nodo de entrada. La figura 8 representa un ejemplo de cómo se forman los descriptores de recorrido. La figura 8 representa el mismo horizonte electrónico que el representado en la figura 6. Junto a cada segmento en el horizonte electrónico está su identificador de segmento definido con respecto al nodo de entrada al mismo. La figura 8 también incluye una tabla de descriptores de recorrido para cada uno de los recorridos en el horizonte electrónico.

Obsérvese que, en algunas circunstancias, a un segmento contenido en un horizonte electrónico se puede entrar por más de un recorrido. Si se puede entrar en un segmento por más de un recorrido, el segmento se incluye en cada uno de los descriptores de recorrido. Así, un segmento puede ser incluido más de una vez en una descripción de un horizonte electrónico.

A veces hay que definir un recorrido no válido. Tal recorrido tiene un descriptor de recorrido de -1.

Los descriptores de recorrido también se pueden usar para describir recorridos que implican giros en U. La figura 9 representa un ejemplo de cómo un descriptor de recorrido se puede usar para describir un giro en U. En la figura 9, un vehículo que avance desde una posición actual del vehículo al nodo A, después al nodo B y posteriormente vuelva al nodo A, seguiría el recorrido 0.2.0. En cualquier recorrido, el segmento 0 es el segmento en el que el vehículo avanza hacia un nodo. Por lo tanto, para describir un giro en U, se usa el índice de segmento 0 para indicar que el vehículo sale del nodo en el mismo segmento en el que se ha movido hacia el nodo.

(c) Orden de recorridos. Todos los recorridos de un horizonte electrónico definen un orden completo. Dado que el número de recorridos es finito, hay un "primer recorrido" y un "segundo recorrido" de un horizonte electrónico. Dados dos descriptores de recorrido, p1 y p2, este orden se define como sigue. Se comparan repetidas veces los índices de segmento individuales de los dos descriptores de recorrido. En cada iteración, se ejecutan las siguientes etapas:

En primer lugar, si los dos primeros índices de segmento individuales son idénticos, se sigue comparando el par siguiente de índices de segmento. Por ejemplo, suponiendo dos descriptores de recorrido 0.4.3.1 y 0.4.2.2. El cálculo de comparación en este punto ha llegado al segundo índice de segmento ("4" en ambos casos).

Los dos índices de segmento individuales son diferentes. En este caso el descriptor de recorrido con el valor de índice de segmento más pequeño se considera que es menor que el descriptor de recorrido con el mayor de los dos valores. Por ejemplo, supónganse dos descriptores de recorrido 0.2.3.1 y 0.2.4.2. La comparación de los terceros índices de segmento "3" y "4" de ambos descriptores de recorrido da lugar a que el primer descriptor de recorrido sea declarado menor que el segundo descriptor de recorrido. La operación de comparación se detiene en este punto.

Se ha superado el número de índices de segmento para ambos recorridos. Los dos descriptores de recorrido son idénticos en este caso y se detiene el cálculo de comparación de recorrido. Un ejemplo sería dos descriptores de recorrido 0.1.2 y el cálculo anterior ha comparado solamente el tercero de los descriptores de segmento ("2").

Se ha superado el número de índices de segmento para el primer descriptor de recorrido, pero hay otro índice de segmento todavía disponible para el segundo descriptor de recorrido. En este caso, el primer descriptor de recorrido se considera que es menor que el segundo descriptor de recorrido y la operación de comparación de recorridos se detiene en este punto. Por ejemplo, supónganse los descriptores de recorrido 0.2.4 y 0.2.4.1.2, procediendo ahora la operación de comparación a comparar el cuarto índice de segmento de cada descriptor de recorrido, pero no existe un cuarto índice de segmento en el caso del primer descriptor de recorrido.

La prueba siguiente supone una situación, contraria a la situación anterior, de que el número de índices de segmento para el segundo descriptor de recorrido supera el número de descriptores de segmento para el primer descriptor de recorrido. En este caso, el primer descriptor de recorrido se considera que es mayor que el segundo descriptor de recorrido. La operación de comparación de recorridos se detiene en este punto.

5 (d) Descriptor de segmento. Un descriptor de segmento identifica de forma única un segmento con respecto a un recorrido en el contexto de un horizonte electrónico. Un segmento es identificado por el descriptor de recorrido del recorrido que tiene el segmento a identificar como su último segmento. Por ejemplo, con referencia de nuevo a la figura 8, el segmento etiquetado A se puede identificar como 0.2.1.

10 (e) Descriptor de nodo. Un "descriptor de nodo" identifica de forma única un nodo dentro de un horizonte electrónico. Un descriptor de nodo es el descriptor de recorrido del recorrido que termina en el nodo a identificar. En la figura 8, el descriptor de nodo del nodo etiquetado C es, por lo tanto, 0.2.2. El descriptor de nodo para el nodo raíz de un horizonte electrónico tiene el valor especial de -1.

15 (f) Descriptor de punto. Un descriptor de punto identifica de forma única cualquier punto dentro de un horizonte electrónico. Un descriptor de punto consiste en dos partes: (1) el descriptor de segmento del segmento al que pertenece el punto y (2) el índice de punto del punto a identificar. Para poder distinguir entre descriptores de punto y otros descriptores, se usan dos puntos para separar la parte de descriptor de segmento de un descriptor de punto del índice de punto propiamente dicho, por ejemplo, "0.1:2" identifica el segmento "0.1" y el punto 2.

## 20 (6) Funciones de cálculo de costos

### (a) Visión general

25 La creación de un horizonte electrónico es el proceso que determina qué segmentos (e intersecciones) son parte de un horizonte electrónico y cuáles no lo son. El primer segmento de un horizonte electrónico es el segmento en el que el vehículo se encuentra actualmente. Cada vez que se añade otro segmento a un horizonte electrónico, el proceso de cálculo de horizonte electrónico 170(3) determina si el nodo de salida de dicho segmento se debería expandir más, es decir, si alguno o todos los segmentos unidos al nodo de salida del segmento también deberían ser parte del horizonte electrónico. Para este fin se usan una función de cálculo de costos de segmento y una función de  
30 cálculo de costos de nodo.

Las funciones de cálculo de costos indican cómo algunos factores afectan a la creación de un horizonte electrónico. Las funciones de cálculo de costos permiten que una aplicación de ayuda al conductor (a través de un proceso de configuración) especifique si algunos factores deberán afectar a la creación del horizonte electrónico. Las funciones de cálculo de costos también permiten que una aplicación de ayuda al conductor especifique (a través del proceso de configuración) en qué medida cada uno de estos factores deberá afectar a la creación del horizonte electrónico. La lista siguiente incluye los factores que pueden ser tomados en cuenta por las funciones de cálculo de costos.

- 40 (1) Velocidad actual del vehículo;  
 (2) Tiempo de recorrido del vehículo desde la posición actual del vehículo;  
 (3) Distancia de conducción desde la posición actual del vehículo;  
 (4) Inclusión de segmentos inaccesibles;  
 (5) Inclusión de recorridos circulares (por ejemplo, un recorrido que tiene el mismo segmento introducido más de una vez);  
 45 (6) Inclusión de giros en U;  
 (7) Inclusión de costos de nodo (por ejemplo, el costo de giros en intersección); e  
 (8) Inclusión de costos estimados del recorrido de segmentos.

50 La lista anterior no es exclusiva y puede haber otros factores que pueden ser considerados por las funciones de cálculo de costos.

Usando estos factores, la función de cálculo de costos determina las extensiones de un horizonte electrónico. Por ejemplo, las extensiones del horizonte electrónico pueden incluir todos los segmentos dentro de una distancia absoluta, todos los segmentos que son alcanzables a la velocidad actual del vehículo dentro de los n segundos siguientes, todos los segmentos a los que se puede llegar dentro de los n segundos siguientes marchando a los límites legales de velocidad de los segmentos correspondientes, etc. Estos factores se pueden combinar de varias formas. Por ejemplo, las extensiones de un horizonte electrónico pueden incluir una distancia absoluta mínima combinada con una distancia que es una función de la velocidad del vehículo y del tiempo.

### 60 (b) El proceso de calcular valores de costo

El proceso de crear un horizonte electrónico usa dos valores de costo umbral. El primer valor de costo umbral se denomina el "costo umbral de creación" y el segundo costo umbral se denomina el "costo de recorrido mínimo".

65 El proceso de calcular el costo durante el proceso de creación de un horizonte electrónico opera de forma recursiva. En primer lugar, se asocia algún costo (a través de la función de costo de segmento) con el "costo de recorrido" del

vehículo desde la posición del vehículo (en el primer segmento del horizonte electrónico) al nodo de salida del primer segmento del horizonte electrónico. El proceso de creación continúa ahora de la forma recursiva siguiente:

5 Para cualquier segmento unido al nodo de salida del segmento de horizonte electrónico actual, se añade un costo de nodo. Este costo de nodo modela el costo asociado con el giro desde el segmento actual al segmento unido y se determina por la función de costo de nodo. Entonces, se añade un costo de segmento que refleja el costo del vehículo que avanza desde el nodo de entrada de un segmento recién unido a su nodo de salida.

10 En cada etapa se compara el costo actual con un valor para el "costo umbral de creación" (o "primer umbral"). El costo umbral de creación se usa como un umbral para determinar cuándo se deberá parar el proceso que extiende el recorrido desde la posición actual del vehículo.

15 Una vez que el costo de un recorrido llega a o supera el costo umbral de creación, el proceso de creación se detiene para dicho recorrido. Entonces, se aplica el mismo proceso de creación al recorrido siguiente, y así sucesivamente hasta que se determinan todos los recorridos que salen de la posición actual del vehículo y cada recorrido tiene un costo al menos tan grande como el costo umbral de creación, si es posible (obsérvese que en algunos casos puede no ser posible extender un recorrido al costo umbral de creación. Por ejemplo, si una carretera termina en una calle sin salida, el recorrido puede terminar antes de que se alcance el costo umbral de creación).

20 Una vez creado un horizonte electrónico, el costo asociado con cada uno de los recorridos en el horizonte electrónico es al menos tan grande como el valor de costo umbral de creación (si es posible).

25 Cuando el vehículo avanza hacia delante y la posición del vehículo cambia, los datos que indican la nueva posición son recogidos por los sensores (120 en la figura 1). La herramienta de localización de vehículo (150(2)(1) en la figura 4) usa estos nuevos datos para determinar una nueva posición del vehículo. Los datos que indican la nueva posición del vehículo son enviados desde la herramienta de localización de vehículo 150(2)(1) al motor de datos (170 en la figura 5) donde los datos son recibidos por el componente de recepción de datos 170(1) que, a su vez, pasa los datos al proceso 170(3) que calcula el horizonte electrónico. Entonces, el proceso de cálculo de horizonte electrónico 170(3) determina si se ha de crear un nuevo horizonte electrónico como resultado de la nueva posición del vehículo o si el horizonte electrónico anterior se puede reutilizar (etapa 170(3)(5)). Como parte de la realización de esta determinación, el componente de cálculo de horizonte electrónico 170(3) ajusta los costos de todos los recorridos en el programa de horizonte electrónico para tener en cuenta los datos que indican la nueva posición del vehículo. Al ajustar los costos de los recorridos, los costos de los recorridos disminuyen porque la posición del vehículo avanza al horizonte electrónico. En este punto, el proceso de cálculo de horizonte electrónico 170(3) determina si algún recorrido en el horizonte electrónico tiene un costo menor que el costo de recorrido mínimo (es decir, el "segundo umbral"). Si todos los recorridos en el horizonte electrónico tienen costos superiores al costo de recorrido mínimo, no se crea un nuevo horizonte electrónico. En su lugar, se determina un nuevo horizonte electrónico usando los recorridos que ya se habían determinado para el horizonte electrónico anterior (es decir, existente). Cuando se determina de esta manera un nuevo horizonte electrónico, los recorridos (y sus costos) son actualizados para tener en cuenta la nueva posición del vehículo. Cuando se determina de esta manera un nuevo horizonte electrónico, se pueden eliminar del horizonte electrónico anterior uno o más segmentos de un recorrido, o incluso un recorrido completo.

45 Cuando se reciben en el motor de datos 170 datos que indican nuevas posiciones del vehículo, el componente de cálculo 170(3) determina de esta manera nuevos horizontes electrónicos hasta que cualquier costo de recorrido sea menor que el costo de recorrido mínimo. Cuando una nueva posición del vehículo hace que cualquier costo de recorrido en un horizonte electrónico caiga por debajo del costo de recorrido mínimo umbral, se crea un horizonte electrónico completamente nuevo (es decir, se determinan todos los recorridos comenzando en la posición actual del vehículo, de la manera descrita anteriormente, de modo que el costo de cada recorrido sea al menos el costo umbral de creación).

55 El uso de dos valores de costo umbral tiene varias ventajas. El uso de dos valores de costo umbral permite un margen de seguridad. Este margen de seguridad es configurable por las aplicaciones de ayuda al conductor 200 que usan el horizonte electrónico. Otra ventaja de usar dos umbrales es que no hay que calcular con tanta frecuencia un horizonte electrónico totalmente nuevo, reduciendo de ese modo los requisitos computacionales asociados con la creación del horizonte electrónico. Otra ventaja de usar dos umbrales es que se puede reducir la memoria necesaria para guardar los datos asociados con un horizonte electrónico (como se describe en lo sucesivo en conexión con el depósito de datos 180).

60 Los valores del costo umbral de creación y el costo umbral mínimo son configurables. En una realización, estos valores son configurados por las aplicaciones de ayuda al conductor que usan el horizonte electrónico.

(c) Cálculo de los costos de recorrido al calcular el horizonte electrónico

65 Como se ha indicado anteriormente, al calcular un horizonte electrónico, el costo asociado con la adición de cada nodo y segmento al horizonte electrónico se determina y se añade a los costos ya acumulados para el recorrido con

el fin de determinar si deberá parar la expansión del horizonte electrónico a lo largo de dicho recorrido. Al determinar el costo de añadir un segmento a un recorrido, la función de cálculo de horizonte electrónico 170(3) usa una función de costo de segmento 170(3)(2) y al determinar el costo de añadir un nodo a un recorrido, la función de cálculo de horizonte electrónico 170(3) usa una función de costo de nodo 170(3)(3).

5

(d) La función de costo de segmentos

La función de costo de segmento 170(3)(2) determina el costo asociado con un vehículo que avanza desde el nodo de entrada al nodo de salida de un segmento. En el caso del primer segmento, el costo se limita al costo de recorrido del vehículo desde la posición actual del vehículo al nodo de salida del primer segmento.

10

De acuerdo con una realización, la función de costo de segmento 170(3)(2) tiene acceso a cierta información acerca de un segmento para el que se calcula un costo. La información acerca del segmento se obtiene de la base de datos de mapas 130. La función de costo de segmento 170(3)(2) puede usar algunos datos, todos los datos o ningún dato, dependiendo de cómo se haya configurado la función de costo de segmento. De acuerdo con una realización, la función de costo de segmento 170(3)(2) tiene acceso a la información siguiente acerca de un segmento:

15

(1) La longitud ("L") del segmento,

(2) Un costo estimado del recorrido ("SETC"), y

20

(3) Si el recorrido a lo largo del segmento en la dirección actual es legal ("TDI") (la información de TDI permite que la aplicación de ayuda al conductor controle, a través de un proceso de configuración, si se incluyen en un horizonte electrónico calles de sentido único orientadas en el sentido contrario al sentido actual de marcha del vehículo).

25

Con respecto al primer segmento, la longitud es la distancia desde la posición actual del vehículo al nodo de salida del primer segmento y el costo de recorrido estimado es el costo de recorrido estimado desde la posición del vehículo al nodo de salida del primer segmento.

En la función de costo de segmento 170(3)(2) se asocian factores con combinaciones de estos elementos de datos.

30

La función de costo de segmento 170(3)(2) se configura seleccionando valores para cada uno de estos factores. Por ejemplo, un factor de costo de longitud legal ("FLEN\_Illegal") se puede definir y usar como un factor de la longitud de segmento ("L") y el sentido de marcha legal ("TDI"). Un factor de costo de longitud ilegal ("FLEN\_Illegal") se puede definir y usar como un factor de la longitud de segmento ("L") y el sentido de marcha legal ("TDI"). Un factor de costo de marcha estimado ("FEST\_Legal") se puede definir y usar como un factor del costo de recorrido ("SETC") y el sentido de marcha legal ("TDI"). Igualmente, un factor de costo de marcha estimado de sentido ilegal ("FEST\_Illegal") se puede definir y usar como un factor del costo de recorrido ("SETC") y el sentido de marcha legal ("TDI").

35

Mediante la selección de valores para cada uno de estos factores, la importancia relativa de cada uno de los diferentes tipos de información disponible acerca de un segmento puede ser determinada con respecto a la expansión del horizonte electrónico. De esta manera, se puede configurar la función de costo de segmento. Esta configuración se puede hacer sobre la base de la entrada procedente de una aplicación de ayuda al conductor o, alternativamente, se pueden usar valores de configuración por defecto.

40

45 (e) La función de costo de nodo

El proceso de cálculo de horizonte electrónico 170(3) también incluye una función de costo de nodo 170(3)(3). La función de costo de nodo 170(3)(3) se usa para calcular el costo asociado con la adición de un nodo a un recorrido al determinar un horizonte electrónico. El costo de nodo representa el costo asociado con la transición (por ejemplo, giro a la derecha, a la izquierda, o seguir recto) de un segmento a otro.

50

De acuerdo con una realización, la función de costo de nodo 170(3)(3) tiene acceso a cierta información acerca de un nodo para el que se calcula el costo. La información acerca del nodo se obtiene de la base de datos de mapas 130. La función de costo de nodo 170(3)(3) puede usar algunos datos, todos los datos o ningún dato, dependiendo de cómo se ha configurado la función de costo de nodo 170(3)(3). De acuerdo con una realización, la función de costo de nodo 170(3)(3) tiene acceso a la siguiente información acerca de un nodo:

55

(1) Si el giro a través del nodo es legal ("TL"). Un giro puede ser ilegal porque está prohibido girar (por ejemplo, giro prohibido a la izquierda o la derecha) o el segmento siguiente es una calle de sentido único en la que se entraría en el sentido contrario.

60

(2) El ángulo de giro del segmento de entrada al segmento siguiente ("TA"). El valor se puede expresar en grados.

(3) Un costo de nodo estimado ("ENodeCost").

(4) Un valor ("SecondSegment") que indica si el segundo segmento ya es parte del recorrido actual para el que actualmente se está explorando una expansión adicional.

65

Como con la función de costo de segmento 170(3)(2), puede haber factores asociados con estos elementos de datos en la función de costo de nodo 170(3)(3). La función de costo de nodo 170(3)(3) se configura seleccionando valores para cada uno de estos factores. Por ejemplo, se aplica un factor de ángulo de giro ("F\_TA\_Legal") al ángulo de giro entre el segmento actual y el segmento siguiente, si el giro es legal (un giro es legal si ni las prohibiciones de girar ni las limitaciones de sentido único impiden que se ejecute un giro). Este factor se puede usar para asociar costos más altos con ángulos de giro más pronunciados y viceversa. Se puede aplicar un factor de costo de nodo ("F\_SDAL\_EnodeCost\_Legal") al costo de nodo ("EnodeCost") de la base de datos 130. Se puede añadir un costo constante ("Cost\_UTurn") en el caso de que el giro sea legal y el giro sea un giro en U. Eligiendo un valor apropiadamente alto, los giros en U se pueden suprimir completamente. Se puede aplicar un factor de giro ilegal ("F\_TA\_Illegal") al ángulo de giro entre el segmento actual y el siguiente si el giro es ilegal. Se puede añadir un factor de costo constante ("C\_Illegal\_Turn") si el giro es ilegal. Se puede añadir un factor de costo constante ("Cost\_SecondSegment") si el segmento siguiente es un segmento que ya es parte del recorrido actual y ambos segmentos tienen el mismo sentido.

La selección de valores para cada uno de los factores en la función de costo de nodo permite asignar la importancia relativa de cada uno de los diferentes tipos de información disponibles acerca de un nodo con respecto a la expansión del horizonte electrónico. De esta manera, se puede configurar la función de costo de nodo. Esta configuración se puede hacer sobre la base de la entrada de una aplicación de ayuda al conductor o, alternativamente, se pueden usar valores de configuración por defecto.

#### (f) Configuración de las funciones de cálculo de costos

Como se ha indicado anteriormente, el costo umbral de creación y el costo de recorrido mínimo se pueden configurar usando la entrada de una o más de las aplicaciones de ayuda al conductor. Estos umbrales pueden ser valores fijos o pueden ser valores calculados. Por ejemplo, de acuerdo con una realización, el costo de recorrido mínimo se puede hacer una función de la velocidad del vehículo. De acuerdo con la presente realización, la velocidad actual del vehículo ("VSP") se puede obtener de los sensores y actualizar de forma continua en los datos proporcionados al proceso de cálculo de horizonte electrónico 170(3).

Un valor para un factor de costo de recorrido mínimo ("SpeedP") se determina por una de las aplicaciones de ayuda al conductor. Usando esta información, el costo de recorrido mínimo ("MinCost") se calcula como sigue:

$$\text{MinCost} = \text{VSP} * \text{SpeedF}$$

También se puede calcular el valor de costo umbral de creación. En una realización, el valor de costo umbral de creación ("MaxCost") se puede hacer una función del costo de recorrido mínimo de acuerdo con la relación siguiente:

$$\text{MaxCost} = \text{MinCost} * \text{MaxF},$$

donde MaxF es un factor aplicado al costo de recorrido mínimo.

Como se ha mencionado anteriormente, las funciones de cálculo de costos se pueden configurar usando una entrada de la aplicación de ayuda al conductor. Una forma de configurar las funciones de cálculo de costos es asegurar que todos los recorridos dentro del horizonte electrónico tengan una cierta longitud mínima, que se han de ignorar los giros en U, y que los segmentos inaccesibles no se hagan parte de un horizonte electrónico. Esta preparación se puede lograr de la siguiente manera:

En la función de costo de segmento, FLEN\_Legal se ajusta a 1. Esto hace el costo idéntico a una longitud de segmento (o en el caso del primer segmento idéntico a la distancia del vehículo al nodo de salida del primer segmento). También en la función de costo de segmento, FLEN\_Illegal se ajusta a cero para suprimir segmentos inaccesibles. También en la función de costo de segmento, FEST\_Legal y FEST\_Illegal se ajustan a cero. De esta forma se ignora cualquier estimación de tiempos de recorrido. En la función de costo de nodo, tanto FTA\_Legal como F\_SDAL\_EnodeCost\_Legal se ajustan a 0 eliminando de ese modo los costos de giros legales. Cost\_UTurn se ajusta a 100.000 para eliminar todo giro en U. FTA\_Illegal se ajusta a 0, pero C\_Illegal\_Turn se ajusta a 100.000 para eliminar segmentos inaccesibles o giros ilegales. Cost\_SecondSegment se ajusta a 100.000 para eliminar que el mismo segmento sea dos veces parte de cualquier recorrido.

#### (7) Recorrido primario

##### (a) Visión general

Algunas aplicaciones de ayuda al conductor requieren el procesamiento de todos los recorridos posibles dentro de un horizonte electrónico (es decir, recorridos accesibles e inaccesibles). Sin embargo, algunas aplicaciones de ayuda al conductor usan un "recorrido primario". Un "recorrido primario" es un recorrido específico del uno o más recorridos posibles dentro de un horizonte electrónico. El recorrido primario es el recorrido más probable que se

espera que siga el vehículo. El programa de horizonte de datos 110 incluye una característica por la que un recorrido primario puede ser determinado e identificado para una aplicación de ayuda al conductor.

5 Hay dos aspectos para el cálculo del recorrido primario. Un primer aspecto es una estimación del recorrido de marcha más probable sobre la base de la geometría de la carretera local. Un segundo aspecto es el uso de información de ruta, si está disponible. Estos aspectos se analizan a continuación.

(b) Recorrido más probable

10 El motor de datos 170 del programa de horizonte de datos 110 incluye una función de recorrido primario 170(6). En la función de recorrido primario se incluye una función 170(6)(1) que calcula un recorrido más probable basado en la red local de carreteras ("LRNBMLP", *local-road-network-based most likely path*). La función 170(6)(1) intenta estimar cómo seguirá avanzando el vehículo dentro del horizonte electrónico actual teniendo en cuenta solamente la red local de carreteras. La función 170(6)(1) calcula un solo recorrido como el LRNBMLP. La función 170(6)(1) calcula el  
15 LRNBMLP como sigue. La función 170(6)(1) incluye el primer segmento de horizonte electrónico en el LRNBMLP. Entonces, la función 170(6)(1) ejecuta repetidas veces las siguientes etapas para la selección del segmento siguiente hasta que se halla un nodo hoja del horizonte electrónico.

20 Si solamente un segmento accesible está unido a un nodo, se elige dicho segmento.

Si más de un segmento accesible está unido a un nodo, entonces se elige el segmento con la clase funcional más alta de entre todos los segmentos accesibles. Si dos o más segmentos accesibles tienen la misma clase funcional que es más alta que la clase funcional de cada uno de los otros segmentos, se elige el segmento con la clase funcional más alta con el ángulo de giro más pequeño. Si hay dos segmentos con la clase funcional más alta y el mismo ángulo de giro (por ejemplo, siendo uno un giro a la izquierda y siendo el otro un giro a la derecha), se elige  
25 el giro a la derecha sobre el giro a la izquierda.

Una aplicación de ayuda al conductor puede optar por tener un LRNBMLP determinado de esta manera. Alternativamente, la aplicación de ayuda al conductor puede optar por no tener el LRNBMLP determinado de esta  
30 manera.

(c) Recorrido basado en ruta

35 Como se ha mencionado anteriormente, otro aspecto de determinar un recorrido primario de un vehículo es usar información de ruta. Algunos vehículos incluyen hardware y software que pueden calcular una ruta a un destino deseado. Como se ha mencionado anteriormente en conexión con la figura 4, en una realización de la presente invención, se incluye una herramienta de cálculo de ruta 150(2)(3) entre las aplicaciones de navegación 150(2). La herramienta de cálculo de ruta 150(2)(3) se puede usar para calcular una ruta a un destino deseado. En una realización, la herramienta de cálculo de ruta 150(2)(3) proporciona una salida en forma de ruta de datos ("R"). La  
40 ruta de datos es una lista de segmentos consecutivos y dirigidos que describen una forma legal de que un vehículo vaya del primer al último segmento de la ruta. Un "sub-recorrido de ruta" de una ruta dentro de un horizonte electrónico dado es el recorrido dentro del horizonte electrónico que concuerda con algunos (o todos los) segmentos de una ruta dada. Dada una ruta, es posible que la ruta no esté contenida (al menos parcialmente) dentro del horizonte electrónico. En este caso, el sub-recorrido de ruta no está definido (y, por lo tanto, está identificado por el descriptor de recorrido de -1).

La función de recorrido primario 170(6) incluye una función 170(6)(2) que intenta calcular un recorrido basado en ruta. Un recorrido basado en ruta es la parte de una ruta calculada que está situada dentro de un horizonte electrónico. Las entradas a la función 170(6)(2) incluyen datos que indican la ruta R y datos ("E") que indican el  
50 horizonte electrónico calculado. Como una primera etapa, la función 170(6)(2) determina si se puede definir un recorrido basado en ruta para el horizonte electrónico. Para realizar esta etapa, la función 170(6)(2) intenta localizar el primer segmento del horizonte electrónico en la ruta calculada R. Si el primer segmento del horizonte electrónico no se puede hallar en la ruta calculada R, el cálculo se detiene y el recorrido basado en ruta no está definido (es decir, no hay recorrido basado en ruta). Sin embargo, si el primer segmento del horizonte electrónico concuerda con uno de los segmentos en la ruta calculada R, el recorrido basado en ruta está definido (obsérvese que, para que el primer segmento del horizonte electrónico concuerda con uno de los segmentos en la ruta calculada, la función 170(6)(2) requiere que el sentido de recorrido a lo largo del segmento tanto en el horizonte electrónico como en la ruta calculada sean el mismo). Después de hallar el primer segmento del horizonte electrónico en la ruta calculada, la función 170(6)(2) sigue intentando la concordancia de segmentos de los recorridos en el horizonte electrónico E  
55 con segmentos de la ruta calculada R. Como con el primer segmento, la función 170(6)(2) requiere que el sentido de recorrido en los segmentos concordantes sea el mismo. Este proceso de concordancia continúa hasta que no se pueda hallar más segmentos de los recorridos del horizonte electrónico entre los segmentos de la ruta. Ya no se hallan concordancias porque no está contenido en E un segmento a partir de la ruta para el que se busca una concordancia (es decir, porque el horizonte electrónico E no se extiende más allá de algún nodo) o se llegó al último segmento de la ruta R y, por lo tanto, no se pueden poner en concordancia segmentos adicionales de R en E.  
65

(d) Calcular el recorrido primario

La función de cálculo de recorrido primario 170(6) calcula un recorrido primario usando las salidas procedentes de la función de recorrido más probable 170(6)(1) y la función basada en ruta 170(6)(2). Si se ha definido una ruta R y la función basada en ruta 170(6)(2) fue capaz de determinar un recorrido basado en ruta sobre la base de R, entonces se selecciona dicho recorrido basado en ruta de R como el recorrido primario. Sin embargo, si no se ha definido una ruta o no fue posible calcular un recorrido basado en ruta, se usa el recorrido más probable de la red local de carreteras (LRNBMLP). Una ventaja de este método es suponer que el conductor seguirá una ruta calculada, si ha introducido información de ruta. Sin embargo, si no se dispone de información de ruta, el recorrido más probable de la red local de carreteras es la mejor estimación que se puede facilitar.

(8) Determinación del contenido del horizonte electrónico de nueva construcción

Se hace referencia de nuevo a la figura 5. Cuando el proceso de cálculo 170(3) ha construido un nuevo horizonte electrónico (en contraposición a determinar un nuevo horizonte electrónico ajustando la posición del vehículo y los costos de recorrido del horizonte electrónico anterior), se obtiene el contenido para la estructura de datos del nuevo horizonte electrónico. El motor de datos 170 incluye un proceso de componentes 170(4) que realiza esta función. El proceso 170(4) recibe del proceso de cálculo de horizonte electrónico 170(3) datos que indican los recorridos (y, en consecuencia, qué segmentos y nodos) se han de representar en la estructura de datos de horizonte electrónico. Al recibir estos datos, el proceso de formación de contenido de horizonte electrónico 170(4) obtiene de la base de datos de mapas 130 los datos necesarios para la formación de la estructura de datos de horizonte electrónico. La estructura de datos formada por el proceso de formación de contenido de horizonte electrónico 170(4) contiene los datos relevantes acerca de las carreteras e intersecciones en el horizonte electrónico. Esta estructura de datos forma la salida 171 del motor de datos 170.

Los tipos de datos que el proceso de formación de contenido de horizonte electrónico 170(4) obtiene de la base de datos de mapas 130 se determinan mediante un proceso de configuración. Este proceso de configuración se puede realizar durante una etapa de fabricación de los sistemas avanzados de ayuda al conductor o durante un proceso de inicialización o preparación de los sistemas avanzados de ayuda al conductor. En una realización, el controlador de configuración 165 recibe de una o más aplicaciones de ayuda al conductor 200 datos que indican los tipos de datos que se deberá incluir en el horizonte electrónico. A su vez, el controlador de configuración 165 proporciona datos al proceso 170(4) para indicar los tipos de atributos de datos asociados con segmentos y nodos que se deberán obtener para inclusión en la estructura de datos de horizonte electrónico. Sobre la base de estas entradas, el proceso de formación de contenido 170(4) obtiene los datos necesarios de la base de datos de mapas 130 a incluir en una estructura de datos de horizonte electrónico siempre que se cree un nuevo horizonte electrónico.

Cuando se ha obtenido una estructura de datos de horizonte electrónico de nueva construcción y se ha almacenado en la estructura apropiada, el contenido de la estructura se envía desde el motor de datos 170 al depósito de datos 180. El motor de datos 170 incluye un proceso de componentes 170(8) que proporciona esta salida 171.

Como se ha mencionado anteriormente, en algunas circunstancias (por ejemplo, un estado fuera de la carretera), no se puede calcular un horizonte electrónico. Si no se puede calcular un horizonte electrónico, el proceso 170(4) no obtiene datos para una estructura de datos de horizonte electrónico de la base de datos de mapas 130. En estas circunstancias, el proceso de formación de contenido 170(4) no proporciona salida alguna o, alternativamente, el proceso de formación de contenido 170(4) proporciona un horizonte electrónico vacío, es decir, que indica que no se ha determinado horizonte electrónico alguno para la posición del vehículo.

Hay otra ocasión en la que se facilita un horizonte electrónico vacío. Es posible que la herramienta de localización de vehículo 150(2)(1) notifique que el vehículo está marchando en dirección prohibida por una calle de sentido único. En este caso, el proceso de cálculo de horizonte electrónico 170(3) devuelve la información de estado apropiada, estando el horizonte electrónico esencialmente vacío.

Si el proceso de cálculo 170(3) se ha configurado para proporcionar un recorrido primario (en lugar de un horizonte electrónico completo), el proceso de formación de contenido de horizonte electrónico 170(4) obtiene los datos procedentes de la base de datos de mapas 130 necesarios para una estructura de datos de horizonte electrónico que incluye solamente el recorrido primario (alternativamente, se facilita un horizonte electrónico incluyendo todos los recorridos junto con datos que indican por separado el recorrido primario). Si el proceso de cálculo 170(3) se ha configurado para proporcionar un recorrido primario y no se puede determinar un recorrido primario, el proceso de formación de contenido 170(4) proporciona una salida que indica que no se ha determinado recorrido primario alguno para la posición del vehículo.

En la realización representada en la figura 5, el proceso 170(4) de obtención de datos para el horizonte electrónico se representa separado del proceso 170(3) de determinación del horizonte electrónico. En realizaciones alternativas, estos procesos se pueden combinar de modo que se obtengan los datos contenidos en el horizonte electrónico y el horizonte electrónico se construye cuando se determinan los recorridos que forman el horizonte electrónico.

(8) Provisión del horizonte electrónico

Como se ha mencionado anteriormente, de acuerdo con una realización de la presente invención, no se crea necesariamente un nuevo horizonte electrónico cada vez que se obtiene una nueva posición del vehículo. En su lugar, el horizonte electrónico anterior se puede reutilizar si todos los costos de recorrido del horizonte electrónico anterior todavía superan el costo umbral mínimo después del ajuste de una nueva posición del vehículo. En estas circunstancias, el motor de datos 170 proporciona una salida 172 que indica un nuevo horizonte electrónico para la nueva posición del vehículo que usa los recorridos determinados para un horizonte electrónico anterior. El motor de datos 170 incluye un proceso de salida de horizonte electrónico 170(7) que realiza esta función. El proceso de salida de horizonte electrónico 170(7) proporciona esta salida 172 al depósito de datos 180, como se explica con más detalle en lo sucesivo. De acuerdo con una realización, el proceso de salida de horizonte electrónico 170(7) proporciona una salida para cada recepción de datos que indican una nueva posición del vehículo. De acuerdo con una realización de la presente invención, el componente 170(7) que proporciona la salida 172 que define un horizonte electrónico está separado del componente 170(8) que proporciona el contenido de un horizonte electrónico. La salida 171 del proceso de salida de contenido de horizonte electrónico 170(8) incluye todos los atributos de datos necesarios asociados con todos los segmentos y nodos en todos los recorridos que forman un horizonte electrónico. La salida 172 del proceso de salida de horizonte electrónico 170(7) incluye solamente una referencia a una de las salidas 171 que contiene el contenido de datos de un horizonte electrónico y una indicación de la posición del vehículo en relación con el contenido de datos referenciado.

F. El depósito de datos 180

Como se ha indicado anteriormente en conexión con la figura 1, el depósito de datos 180 es el componente del programa de horizonte de datos 110 que contiene las últimas lecturas de datos. Una realización del componente depósito de datos 180 se representa en las figuras 10-12. Como se representa en la figura 10, el depósito de datos 180 contiene tres tipos de datos diferentes. En primer lugar, el depósito de datos 180 contiene datos 180(1) que representan el horizonte electrónico que había sido determinado por el motor de datos 170. De acuerdo con una realización, los datos 180(1) incluyen la información de atributos acerca de los segmentos y nodos en el horizonte electrónico. La información de atributos acerca de los segmentos y nodos en el horizonte electrónico puede incluir algunos o todos los atributos identificados en las figuras 3A y 3B. En segundo lugar, el depósito de datos 180 contiene datos 180(2) que representan la posición del vehículo. Los datos 180(2) que representan la posición del vehículo son los datos determinados por la herramienta de localización de vehículo (150(2)(1) en la figura 4). El depósito de datos 180 puede obtener los datos 180(2) que representan la posición del vehículo directamente de la herramienta de localización de vehículo 150(2)(1) o los datos 180(2) que representan la posición del vehículo pueden ser obtenidos del motor de datos 170. En tercer lugar, el depósito de datos 180 contiene datos de sensor 180(3). Los datos de sensor 180(3) pueden ser datos en bruto del sensor obtenidos directamente de los sensores (120 en la figura 1) o, alternativamente, los datos de sensor 180(3) se pueden obtener del motor de datos 170.

Con referencia a la figura 11, con respecto a los datos de horizonte electrónico 180(1), el depósito de datos 180 contiene al menos el conjunto de datos que representa el horizonte electrónico más reciente que había sido determinado por el motor de datos 170. En una realización, el depósito de datos 180 contiene varios conjuntos de datos que representan varios horizontes electrónicos. Estos varios conjuntos de datos mantenidos en el depósito de datos 180 son los conjuntos creados más recientemente por el motor de datos 170. Por ejemplo, el depósito de datos 180 puede mantener los diez conjuntos de datos más recientes que representan los diez horizontes electrónicos más recientes que habían sido determinados por el motor de datos 170 aunque también puede ser adecuado un número mayor o menor que diez. El número de conjuntos de datos retenidos por el depósito de datos 180 se puede configurar usando la entrada de las aplicaciones de ayuda al conductor 200 mediante el controlador de configuración (165 en la figura 1). A cada conjunto de datos en el depósito de datos 180 se le asigna un número de identificación o código por el que se puede identificar este.

De acuerdo con una realización representada en la figura 11, el depósito de datos 180 no mantiene necesariamente conjuntos de datos completos para cada horizonte electrónico retenido en el mismo. En su lugar, el depósito de datos 180 implementa un mecanismo de manejo de depósito. Este mecanismo de manejo de depósito es similar a mecanismos usados en programación orientada a objetos para manejar objetos grandes. El uso del mecanismo de manejo de depósito reduce los requisitos de almacenamiento y manejo de múltiples conjuntos de datos que representan múltiples horizontes electrónicos correspondientes.

El uso de un mecanismo de manejo de depósito para almacenamiento de horizontes electrónicos en el depósito de datos 180 se facilita por la manera en la que los horizontes electrónicos son calculados por el motor de datos 170. Como se ha mencionado anteriormente, de acuerdo con una realización, no se crea necesariamente un nuevo horizonte electrónico cada vez que se obtienen datos que indican una nueva posición del vehículo. En su lugar, se crea un nuevo horizonte electrónico solamente cuando un recorrido del horizonte electrónico anterior cae por debajo de un recorrido umbral mínimo después de tener en cuenta una nueva posición del vehículo.

De acuerdo con la realización representada en la figura 11, se definen una clase ElectronicHorizonData y una clase ElectronicHorizon. Los objetos 181 en la clase ElectronicHorizonData contienen toda la información (es decir,

atributos de datos) necesaria para representar un horizonte electrónico. Adicionalmente, cada objeto ElectronicHorizonData 181 contiene un recuento de referencia. El recuento de referencia indica cuántos otros objetos están usando el objeto ElectronicHorizonData 181.

- 5 Cada objeto 182 en la clase ElectronicHorizon contiene tres elementos de información: un puntero, una distancia delta y un manipulador (es decir, ID). El puntero apunta al objeto ElectronicHorizonData aplicable 181. La distancia delta en un objeto ElectronicHorizon 182 es un valor que indica la diferencia en la posición del vehículo del objeto ElectronicHorizon 182 en relación con la posición del vehículo en el objeto ElectronicHorizonData 181 referenciado (a condición de que el vehículo permanezca en el mismo segmento y se haya movido de tal manera que se puedan reutilizar los datos de horizonte electrónico más recientemente usados, no se calculan nuevos datos de horizonte electrónico).

El uso del mecanismo de manejo de depósito para almacenamiento y uso de horizontes electrónicos tiene varias ventajas. Los horizontes electrónicos ocuparían mucha memoria si se almacenasen como objetos de clase ordinaria. Sin embargo, en la realización de la figura 11, el objeto ElectronicHorizon 182 contiene solamente tres elementos de información y, por consiguiente, puede ser relativamente pequeño en comparación con el objeto ElectronicHorizonData 181. Copiar un objeto ElectronicHorizon 182 implica copiar los datos contenidos en el objeto ElectronicHorizon 182, pero en lo que respecta a los datos de horizonte electrónico asociados, solamente se copia un puntero al objeto ElectronicHorizonData respectivo 181. Cuando se copia el objeto ElectronicHorizon 182, el recuento de referencia en el objeto ElectronicHorizonData aplicable ElectronicHorizonData 181 se incrementa indicando que el objeto ElectronicHorizon 182 está usando los datos. Un objeto ElectronicHorizonData 181 se borra cuando todos los objetos ElectronicHorizon 181 referentes al mismo dejan de existir.

Se hace referencia a la figura 12. Como se ha indicado anteriormente, el depósito de datos 180 también contiene datos de posición de vehículo 180(2). Los datos de posición de vehículo 180(2) contenidos en el depósito de datos 180 incluyen datos que indican la una o más posiciones más recientes del vehículo que habían sido determinadas por la herramienta de localización de vehículo (150(2)(1) en la figura 4). El número de posiciones del vehículo incluidas en los datos de posición de vehículo 180(2) retenidos por el depósito de datos 180 se puede configurar. En una realización, el número de posiciones del vehículo representadas por los datos de posición de vehículo 180(2) contenidos en el depósito de datos 180 corresponde al número de horizontes electrónicos incluidos en los datos de horizonte electrónico 180(1). Alternativamente, el número de posiciones del vehículo representadas en los datos de posición de vehículo 180(2) contenidos en el depósito de datos 180 puede ser mayor que el número de horizontes electrónicos incluidos en los datos de horizonte electrónico 180(1). Los datos de posición de vehículo 180(2) se pueden retener por separado de los datos de horizonte electrónico 180(1) o, alternativamente, los datos de posición de vehículo 180(2) se pueden incluir con los datos de horizonte electrónico 180(1). Como se representa en la figura 12, a cada conjunto de datos de posición de vehículo 180(2) se le puede asignar un número de identificación o código por el que se puede identificar este.

También como se ha indicado anteriormente, el depósito de datos 180 contiene datos de sensor 180(3). Los datos de sensor 180(3) contenidos en el depósito de datos 180 incluye las lecturas de sensor más recientes de los sensores 120 (en la figura 1). El número de lecturas de sensor incluidas en el depósito de datos 180 se puede configurar. En una realización, el número de lecturas de sensor contenidas en el depósito de datos 180 corresponde al número de horizontes electrónicos incluidos en los datos de horizonte electrónico 180(1) o el número de posiciones del vehículo incluidas en los datos de posición de vehículo 180(2). Alternativamente, el número de lecturas de sensor contenidas en el depósito de datos 180 puede ser un número diferente. Como se representa en la figura 12, a cada conjunto de datos de sensor 180(3) se le puede asignar un número de identificación o código por el que se puede identificar este.

Además de los datos de horizonte electrónico 180(1), los datos de posición de vehículo 180(2) y los datos de sensor (3), el depósito de datos 180 también puede contener otros tipos de datos.

#### G. El distribuidor de datos 190

La figura 13 representa los componentes del distribuidor de datos 190. El distribuidor de datos 190 es el componente del programa de horizonte de datos 110 que inicia el envío de datos del depósito de datos 180 a las aplicaciones de ayuda al conductor 200 que usan los datos. Con el fin de reducir los requisitos de procesamiento, el distribuidor de datos 190 incluye un componente 190(1) que envía mensajes 191 que indican la disponibilidad de nuevos datos. Estos mensajes son enviados por un bus de datos de vehículo 194 a cada proceso de ayuda al conductor 200 que usa datos almacenados en el depósito de datos 180. En una realización en la que hay varios procesos de ayuda al conductor 200 que usan datos almacenados en el depósito de datos 180, los mensajes 191 del distribuidor de datos 190 son enviados por el bus de datos 194 a cada proceso 200 que usa los datos. Cada proceso de ayuda al conductor 200 que usa datos almacenados en el depósito de datos 180 se registra en el distribuidor de datos 190 para recibir los mensajes acerca de la disponibilidad de nuevos datos.

Con respecto a los datos de horizonte electrónico (180(1) en la figura 10), el distribuidor de datos 190 envía mensajes acerca de la disponibilidad de nuevos datos una vez cada ejecución cíclica del motor de datos 170. Con

respecto a los datos de posición de vehículo 180(2) y los datos de sensor 180(3), el distribuidor de datos 190 envía mensajes acerca de la disponibilidad de nuevos datos cuando tales nuevos datos pasan a estar disponibles.

5 Cada mensaje 191 identifica la disponibilidad de nuevos datos por una ID (o puntero). Por ejemplo, con respecto a los datos de horizonte electrónico 180(1), el mensaje 191 enviado por el distribuidor de datos 190 a las aplicaciones de ayuda al conductor 200 que usan los datos incluye la ID asociada con los datos de horizonte electrónico 180(1) en el depósito de datos 180. Cada mensaje 191 también puede indicar el tipo de nuevos datos que están disponibles, por ejemplo, horizonte electrónico, posición del vehículo o sensor.

10 (El distribuidor de datos 190 también incluye un componente de registro 190(2). El componente de registro 190(2) se usa en unión con componentes de registro correspondientes 302 en las escuchas 300, como se explica con más detalle en lo sucesivo).

15 H. La escucha de datos 300

En la realización representada en la figura 1, cada una de las aplicaciones de ayuda al conductor 200 que usan los datos recogidos por el programa de horizonte de datos 110, usa una escucha de datos 300. Una escucha de datos 300 es un conjunto de funciones asociadas con una aplicación de ayuda al conductor 200 que usa los datos recogidos por el programa de horizonte de datos 110. Una escucha de datos 300 proporciona unos medios por los que una aplicación de ayuda al conductor 200 conecta con el programa de horizonte de datos 110. La escucha de datos 300 incluye procesos por los que cada aplicación de ayuda al conductor 200 que usa datos almacenados por el programa de horizonte de datos 110 puede obtener los datos que requiere.

25 La figura 14 representa componentes de una escucha de datos 300(n). La escucha de datos 300(n) se representa asociada con una aplicación de ayuda al conductor 200(n). Como se representa en la figura 14, la escucha de datos 300(n) incluye un componente de registro 302. El componente de registro 302 registra la escucha particular 300(n) con el programa de horizonte de datos 110. Específicamente, el componente de registro 302 registra con el componente de registro 190(2) del distribuidor de datos 190. Como parte del proceso de registro, el componente de registro 302 transmite un mensaje al distribuidor de datos 190 indicando que la escucha (de la que el componente 302 es una parte) ha de ser notificada acerca de la disponibilidad de nuevos datos. Como parte del proceso de registro, el componente de registro 302 también identifica para el componente de registro 190(2) del distribuidor de datos 190 el tipo de datos acerca de los cuales la escucha 300(n) ha de ser notificada (por ejemplo, datos de horizonte electrónico, datos de posición de vehículo, o datos de sensor). En la realización de la figura 14, la escucha 300(n) se usa para notificación de datos de horizonte electrónico. Una vez que la escucha 300(n) se haya registrado con el distribuidor de datos 190, se seguirán enviando a la escucha 300(n) notificaciones del distribuidor de datos 190 acerca de la disponibilidad de nuevos datos del tipo especificado durante el registro a medida que se depositen nuevos datos en el depósito de datos 180. El proceso de registro se puede realizar una vez, por ejemplo, cuando se inicializa la aplicación de ayuda al conductor 200. El proceso de registro se puede realizar posteriormente.

40 Como se ha indicado anteriormente, después de registrar la escucha 300(n) con el distribuidor de datos 190, se envían regularmente a la escucha 300(n) unas notificaciones 191 acerca de la disponibilidad de nuevos datos. La escucha de datos 300(n) incluye un componente 304 que recibe estas notificaciones 191. Como se ha mencionado anteriormente, cada notificación 191 incluye una identificación (es decir, ID) de un conjunto de nuevos datos almacenados en el depósito de datos 180. La escucha de datos 300(n) incluye un componente 306 que guarda cada identificación en una cola 310. La cola 310 se incluye como parte de la escucha de datos 300(n). Las identificaciones almacenadas en la cola 310 incluyen al menos las de las últimas notificaciones recibidas del distribuidor de datos 190. La cola 310 puede incluir identificaciones de varias de las más recientes notificaciones recibidas del distribuidor de datos 190. El tamaño de la cola es configurable.

50 Cuando la aplicación 200(n) está preparada para recibir nuevos datos, la escucha de datos 300(n) obtiene los nuevos datos para la aplicación 200(n). La escucha de datos 300(n) incluye un componente 312 que obtiene una identificación de la cola 310. El componente 312 puede obtener la más reciente identificación añadida a la cola 310 o, alternativamente, el componente 312 puede obtener cualquier otra identificación de la cola 310. Después de obtener una identificación de la cola 310, un proceso 314 en la escucha de datos 300(n) usa la identificación para obtener los datos asociados del depósito de datos 180. Al recibir los datos del depósito de datos 190, un proceso 316 en la escucha de datos 300(n) proporciona los datos a la aplicación de ayuda al conductor 200(n).

60 Una aplicación de ayuda al conductor 200 puede usar más de uno de los diferentes tipos de datos almacenados en el depósito de datos 180. Si una aplicación de ayuda al conductor usa más de un tipo diferente de datos almacenados en el depósito de datos 180, la aplicación de ayuda al conductor se asocia con más de una escucha de datos. De acuerdo con una realización, una aplicación de ayuda al conductor usa una escucha de datos separada 300 para cada uno de los diferentes tipos de datos que usa la aplicación de ayuda al conductor. Por ejemplo, si una aplicación de ayuda al conductor 200 usa tanto datos de horizonte electrónico como datos de sensor, la aplicación de ayuda al conductor 200 se asocia con dos escuchas de datos separadas 300, una para los datos de horizonte electrónico y la otra para los datos de sensor. Cada una de las escuchas de datos asociadas con una sola aplicación de ayuda al conductor recibe mensajes del distribuidor de datos 190 del programa de horizonte de datos 110 acerca

de la disponibilidad de nuevos datos del tipo asociado con la escucha. Cada una de las escuchas de datos mantiene una cola separada de ID con la que los respectivos tipos de datos se pueden obtener del depósito de datos 180. La figura 15 representa una realización de una aplicación de ayuda al conductor 200(k) asociada con tres escuchas separadas 300(k)(1), 300(k)(2) y 300(k)(3), para obtener tres tipos diferentes de datos.

5  
 I. Realización alternativa para la escucha

En una realización descrita anteriormente, se describió una escucha de datos 300 como un objeto separado de la aplicación de ayuda al conductor 200 asociada con la misma que usa los datos para los cuales la escucha estaba recibiendo notificaciones. De acuerdo con una realización alternativa, la función de escucha se puede incorporar al mismo objeto que procesa los datos acerca de los cuales la escucha recibe notificaciones. De acuerdo con esta alternativa, un objeto (o aplicación) que recibe notificaciones acerca de nuevos datos (del distribuidor de datos) también procesa directamente los datos. Una aplicación que tanto recibe notificaciones acerca de los datos como procesa los datos acerca de los cuales recibe notificaciones, puede implementar estas dos funciones como subprocesos separados.

10  
 15  
 20  
 25  
 30

Como se ha descrito anteriormente en conexión con la realización en la que el proceso de escucha se implementa como una aplicación u objeto separado, el mecanismo de notificación de eventos usado en la escucha requiere que una llamada de notificación por el programa de horizonte de datos vuelva rápidamente. Una llamada de notificación deberá consumir un tiempo de procesamiento mínimo y solamente indicar la disponibilidad de datos o iniciar un subproceso que obtenga los datos. En una realización en la que la función de escucha se implementa como un subproceso separado en la misma aplicación u objeto que también implementa el procesamiento de los datos, el mecanismo de notificación de eventos también debería volver rápidamente. Además, en una realización en la que la función de escucha se implementa como un subproceso separado en la misma aplicación u objeto que también procesa los datos, se usan unos medios para iniciar o parar el subproceso que realiza la función de escucha. Esto puede ser realizado por el programa de horizonte de datos. Específicamente, el motor de datos 170 puede invocar el subproceso que escucha la notificación de evento dentro de la aplicación u objeto que usa los datos. Un proceso en una aplicación que usa los datos se puede registrar en el motor de datos 170 de forma similar a la descrita anteriormente en conexión con una escucha. Una vez que se ha registrado el subproceso de escucha, el motor de datos empieza (o para, interrumpe o reanuda) este subproceso siempre que el motor de datos se arranca (se para, se interrumpe o se reanuda).

#### J. El programa de supervisión 160

35  
 40

Con referencia de nuevo a la figura 1, el programa de supervisión 160 es una parte de la arquitectura de datos 100. El programa de supervisión 160 permite ver la ejecución de las funciones del programa de horizonte de datos 110. Algunas características del programa de supervisión 160 se pueden usar en un entorno de prueba y configuración. Otras características del programa de supervisión 160 se pueden usar durante el uso ordinario por un usuario final del vehículo de motor 108 en el que se instala la arquitectura de datos de mapas 100. En una alternativa, el programa de supervisión 160 se usa solamente en un entorno de prueba y configuración y no en un entorno de tiempo de ejecución (por ejemplo, durante la operación ordinaria del vehículo por un usuario final).

45  
 50  
 55

En un entorno de prueba y configuración, se puede enviar una salida del programa de supervisión 160 a un monitor de visualización 160(1) donde se pueden ver varios aspectos de la ejecución de las funciones del programa de horizonte de datos 110. Por ejemplo, el programa de supervisión 160 puede presentar una imagen continua de la posición del vehículo en movimiento en un mapa en el monitor de visualización 160(1). El monitor de visualización 160(1) también puede mostrar una zona alrededor de la posición actual del vehículo. Los segmentos de carretera que son partes de recorridos en el horizonte electrónico se pueden resaltar en el monitor de visualización 160(1). Además, el programa de supervisión 160 puede mostrar la posición actual del vehículo, incluyendo un punto, rumbo y velocidad en una imagen del mapa en la pantalla 160(1). Si el vehículo 108 sigue una ruta calculada por la herramienta de cálculo de ruta (150(2)(3) en la figura 4), la ruta calculada se puede resaltar en la imagen del mapa en la pantalla 160(1). Además, el programa de supervisión 160 puede presentar los atributos de los segmentos de carretera e intersecciones alrededor del vehículo. Estos atributos incluyen los atributos representados en las figuras 3A y 3B. Los atributos asociados con el horizonte electrónico también se pueden visualizar. El programa de supervisión 160 ajusta los límites de la imagen del mapa en el monitor de visualización sobre la base del movimiento actual del vehículo.

#### K. El programa de configuración 165

60  
 65

Con referencia de nuevo a la figura 1, el programa del controlador de configuración 165 es una parte de la arquitectura de datos 100. El programa del controlador de configuración 165 permite configurar las funciones del programa de horizonte de datos 110. El programa del controlador de configuración 165 permite poner los parámetros, valores por defecto, etc., que controlan la operación de la arquitectura de datos 100, incluyendo el programa de horizonte de datos 110. Por ejemplo, el programa de configuración 165 permite determinar el tamaño del horizonte electrónico en la parte delantera del vehículo para el que se determinarán lecturas de datos.

5 El programa de configuración 165 puede permitir poner parámetros durante la instalación (o fabricación) del equipo del sistema de ayuda al conductor en el vehículo. El programa de configuración 165 también puede permitir establecer parámetros cuando se instala nuevo equipo, por ejemplo, nuevos sensores, nuevo hardware, más memoria. El programa de configuración 165 también puede permitir establecer nuevos parámetros cuando se instalan nuevos datos, por ejemplo, cuando se actualiza la base de datos 130.

10 El programa de configuración 165 también se puede usar a la inicialización o durante la operación del vehículo con el fin de cambiar las características operativas del programa de horizonte de datos 110. El programa de configuración 165 puede recibir entradas automáticamente de las aplicaciones de ayuda al conductor 200. Las aplicaciones de ayuda al conductor 200 suministran salidas que indican los tipos de datos que necesitan. Las aplicaciones de ayuda al conductor 200 también pueden proporcionar salidas que indican las extensiones necesarias para el horizonte electrónico. La extensión del horizonte electrónico se puede especificar en distancia (por ejemplo, metros) o tiempo (por ejemplo, segmentos que el vehículo puede recorrer dentro de los 10 segundos siguientes).

15 El programa de configuración 165 se puede usar para registrar una escucha de datos 300 con el fin de recibir una difusión continua de los últimos valores de datos del distribuidor de datos 190.

20 El programa de configuración 165 también se puede usar para conectar la escucha de datos 300 a una arquitectura de bus de datos a bordo para transferir lecturas de datos a las aplicaciones avanzadas de ayuda al conductor 200 del vehículo que se ejecutan en el bus.

L. Uso de la arquitectura de datos de mapas de sistema avanzado de ayuda al conductor

25 (1) Visión general

30 Los sistemas avanzados de ayuda al conductor ofrecen formas de mejorar la seguridad, la comodidad, la eficiencia, y la satisfacción general de la marcha. Estos sistemas requieren información acerca de la red de carreteras en torno al vehículo. Parte de esta información puede ser obtenida por sensores. Sin embargo, los sensores no obtienen fiablemente todos los tipos de información que necesitan algunos de estos sistemas. Por consiguiente, el uso de una base de datos de mapas además de, o como un sucedáneo de, los sensores puede hacer que los sistemas avanzados de ayuda al conductor operen mejor y más fiablemente.

35 Las realizaciones de la arquitectura de datos de mapas descrita de los sistemas avanzados de ayuda al conductor (100 en la figura 1) proporcionan unos medios por los que una o más aplicaciones del sistema avanzado de ayuda al conductor 200 pueden usar datos de mapas en apoyo de la función o funciones provistas de ese modo. La arquitectura de datos de mapas de los sistemas avanzados de ayuda al conductor proporciona aplicaciones del sistema avanzado de ayuda al conductor con acceso a datos acerca de la geometría de la carretera y otros atributos cerca del vehículo. Por ejemplo, la arquitectura de datos de mapas de los sistemas avanzados de ayuda al conductor proporciona acceso a datos que representan cualquier posición a lo largo de la red de carreteras cerca del vehículo a las que se puede llegar dentro de 10 segundos de tiempo de marcha. Esta porción de la red de carreteras corresponde al horizonte electrónico. El horizonte electrónico se vuelve a calcular regularmente en el tiempo y/o a medida que el vehículo se desplaza a lo largo de la red de carreteras. Una vez que se ha calculado un horizonte electrónico, la aplicación del sistema avanzado de ayuda al conductor puede usar los datos acerca de los recorridos del vehículo en el horizonte electrónico.

50 Con referencia a la figura 16, una aplicación avanzada de ayuda al conductor 200 puede acceder a los datos representados por un horizonte electrónico con un manipulador del horizonte electrónico (es decir, la ID del objeto de horizonte electrónico 182 en el depósito de datos 180 en la figura 11). La aplicación avanzada de ayuda al conductor 200 se basa en la escucha (300 en la figura 14) para obtener la ID del último horizonte electrónico (182 en la figura 11) del distribuidor de datos 190. Con la ID del objeto de horizonte electrónico 182 se pueden obtener algunos o todos los datos en el objeto de datos de horizonte electrónico (181 en la figura 11). El objeto de datos de horizonte electrónico 181 identifica todos los recorridos posibles del vehículo (o el recorrido primario) a la extensión del horizonte electrónico. El objeto de datos de horizonte electrónico 181 también identifica los segmentos y nodos en cada recorrido (es decir, usando los descriptores de segmento y descriptores de nodo, descritos anteriormente).

55 De acuerdo con una realización de la presente invención, las aplicaciones avanzadas de ayuda al conductor también pueden obtener datos de sensor y datos de posición de vehículo.

60 (2) Iteradores

65 Con respecto a los datos contenidos en un horizonte electrónico, una aplicación de ayuda al conductor 200 puede usar uno de los iteradores para obtener los datos contenidos en un horizonte electrónico de manera organizada. Un aterrador es un programa que permite la recuperación sucesiva de artículos de una colección de artículos. Los iteradores permiten que una aplicación avanzada de ayuda al conductor atraviese el horizonte electrónico para recuperación de descriptores de recorrido, segmentos de horizonte electrónico, datos acerca de puntos a lo largo de

segmentos, etc. Entre los iteradores que están disponibles para su uso por las aplicaciones de ayuda al conductor se incluyen un iterador de recorrido 402, un iterador de segmento 404 y un iterador de punto de segmento 406. Para usar alguno de los iteradores, las aplicaciones avanzadas de ayuda al conductor inicializan el iterador con la ID apropiada del horizonte electrónico y/u otra información apropiada.

5

(a) Iterador de recorrido

El iterador de recorrido 402 es un iterador que genera todos los recorridos de un horizonte electrónico, un recorrido cada vez. Los iteradores de recorrido permiten la generación de todos los recorridos o solamente de los recorridos que sean accesibles.

10

(b) Iterador de segmento

El iterador de segmento 404 devuelve una lista de segmentos de horizonte electrónico. Dado un nodo, el iterador de segmento 404 devuelve primero el segmento de entrada de dicho nodo (en el contexto de un recorrido en el horizonte electrónico) y posteriormente todos los segmentos de salida del nodo (en una orientación en el sentido de las agujas del reloj).

15

(c) Iterador de punto de segmento

El iterador de punto de segmento 406 es un iterador que devuelve puntos de segmento. Un iterador de punto de segmento 406 puede ser inicializado con un segmento de un horizonte electrónico o con un recorrido de un horizonte electrónico. Cuando se inicializa con un segmento de un horizonte electrónico, el iterador de punto de segmento 406 devuelve todos los puntos del segmento comenzando con el nodo de entrada del segmento. Cuando se inicializa con un recorrido de un horizonte electrónico, el iterador de punto de segmento 406 devuelve el primer punto después de la posición actual del vehículo y posteriormente todos los puntos a lo largo de todos los segmentos que forman el recorrido en el orden en el que tienen lugar en el recorrido. Obsérvese que para un nodo intermedio de un recorrido, el iterador de punto de segmento 406 devuelve primero el nodo de salida del segmento entrante y después el nodo de entrada del segmento de salida.

20

25

30

(3) Determinación de la exactitud de datos

En algunas realizaciones de la base de datos de mapas (130 en las figuras 1, 3A y 3B) algunas carreteras se representan por datos de exactitud superior que otras carreteras. Algunos sistemas avanzados de ayuda al conductor 200 pueden requerir que el vehículo se encuentre en una carretera representada por los datos de exactitud superior. Alternativamente, algunos sistemas avanzados de ayuda al conductor 200 pueden requerir que todas las carreteras situadas alrededor del vehículo (por ejemplo, en el horizonte electrónico) sean representadas por los datos de exactitud superior. Así, la arquitectura 100 proporciona unos medios por los que las aplicaciones de ayuda al conductor 200 pueden determinar si el vehículo se encuentra en una carretera representada por datos de exactitud superior o si todos los segmentos de carretera situados dentro del horizonte electrónico se representan por datos de exactitud superior. Si los datos de exactitud superior están situados en una base de datos suplementaria, tal como la base de datos 130(2) en la figura 1, la determinación de si los datos son datos de exactitud superior se puede hacer identificando la fuente de los datos (por ejemplo, la base de datos suplementaria 130(2) o la base de datos primaria 130(1)). En una realización de base de datos única que tiene tanto datos de exactitud superior como datos de exactitud inferior, la determinación de si los datos son de exactitud superior se puede hacer por referencia a un atributo de datos apropiado (tal como el atributo nivel de exactitud, descrito anteriormente). En algunas realizaciones, el programa de horizonte de datos 110 puede estar configurado para no proporcionar un horizonte electrónico a no ser que todos los segmentos de carretera en todos los recorridos del horizonte electrónico se representen por datos de exactitud superior.

35

40

45

50

M. Implementación

La arquitectura de interfaz de datos del sistema avanzado de ayuda al conductor incluye componentes de software y hardware que se ejecutan en una plataforma informática adecuada. En un sistema prototipo, la arquitectura de interfaz de datos del sistema avanzado de ayuda al conductor se ejecuta en un entorno Microsoft Windows o Microsoft NT incluyendo un ordenador personal en red (Pentium II o superior). También son adecuadas plataformas alternativas.

55

En un entorno prototípico, se pasan datos de los sensores 120 al ordenador personal conectado mediante una conexión en serie (RS-232).

60

III. Realizaciones alternativas

A. Arquitectura alternativa de bus a bordo

65

Una realización alternativa de la arquitectura de datos de mapas de sistema de ayuda al conductor 600 se representa en la figura 17. De acuerdo con esta alternativa, las aplicaciones de ayuda al conductor 602 se ejecutan en microcontroladores dedicados conectados a un bus de datos a bordo 610. En la presente realización, el bus de datos a bordo 610 es un bus CAN, aunque, en realización alternativa, el bus a bordo del vehículo puede ser cualquier otro tipo de bus. En la realización de la figura 17, una escucha de datos 620 (que puede ser similar o idéntica a las escuchas de datos 300, descritas anteriormente) está adaptada para conectar con el bus de datos a bordo 610 y comunicar lecturas de datos usando los métodos y protocolos convencionales para dicho bus.

#### B. Horizonte electrónico combinado con datos de sensor

En la realización del programa de horizonte de datos descrito anteriormente se formó un objeto de datos de horizonte electrónico que incluía datos que representan los recorridos que el vehículo puede seguir a las extensiones del horizonte electrónico. Los datos que representan los recorridos incluían datos que representan atributos de la carretera, la geometría de la carretera y objetos de la carretera. En la realización descrita anteriormente, los datos que representan los recorridos se obtuvieron de la base de datos de mapas 130 o derivaron de datos en la base de datos de mapas (por ejemplo, la curvatura). De acuerdo con una realización alternativa, los datos de horizonte electrónico también incluyen datos dinámicos. Los datos dinámicos incluyen datos procedentes de los sensores, derivados de los datos de sensor, o derivados de una combinación de datos de sensor y datos procedentes de la base de datos de mapas. De acuerdo con la presente realización, los datos de sensor pueden estar asociados con uno o varios recorridos en el horizonte electrónico. Por ejemplo, si un sensor del sistema de radar en el vehículo detecta un objeto situado a 100 metros por delante del vehículo, los datos que indican este objeto detectado se incluyen en el horizonte electrónico. Si un recorrido de horizonte electrónico corresponde a la posición del objeto detectado, los datos que indican el objeto detectado pueden estar asociados con el recorrido en la posición correspondiente (por ejemplo, en un punto del segmento en el recorrido).

De acuerdo con otro aspecto, si una característica representada por datos en la base de datos de mapas deberá ser detectable por uno o más sensores en el vehículo, una rutina en el programa de horizonte de datos intenta poner en concordancia la característica representada con un objeto detectado por los sensores. Por ejemplo, suponiendo que el horizonte electrónico incluye datos procedentes de la base de datos de mapas que indican la presencia de un paso elevado situado 80 metros por delante del vehículo y suponiendo también que un sensor del sistema de radar en el vehículo detecta un objeto situado a 82 metros por delante del vehículo y que se extiende atravesado en la carretera. De acuerdo con esta alternativa, una rutina en el programa de horizonte de datos relaciona los datos procedentes de la base de datos de mapas que indican la presencia del paso elevado y los datos de sensor de radar que indican la presencia de un objeto que se extiende atravesado en la carretera. De acuerdo con otro aspecto de esta alternativa, una rutina en el programa de horizonte de datos puede indicar una diferencia (por ejemplo, una  $\Delta$ ) entre la posición del paso elevado como indican los datos procedentes de la base de datos de mapas y la posición del objeto que se extiende atravesado en la carretera como indica el sensor de radar.

#### C. Otras alternativas

En la realización del depósito de datos descrita anteriormente se describió un mecanismo de manejo de depósito que facilitaba el almacenamiento y el uso de los datos de horizonte electrónico. En realizaciones alternativas, cada conjunto de datos que representa un horizonte electrónico separado se puede considerar como un conjunto completo de datos (es decir, todos los atributos para cada recorrido).

Como se ha mencionado anteriormente, el motor de datos 170 (en la figura 5) puede estar configurado para determinar un recorrido primario. Si un recorrido primario ha sido determinado por el motor de datos 170, los datos de horizonte electrónico (180(1) en la figura 10) contenidos en el depósito de datos 180 pueden incluir solamente los datos de recorrido primarios. Alternativamente, el depósito de datos 180 también puede contener tanto datos de recorrido primarios como datos que representan todos los datos de horizonte electrónico.

Como se ha mencionado anteriormente, en una realización, una aplicación de ayuda al conductor usa una escucha de datos separada para cada uno de los diferentes tipos de datos que usa la aplicación de ayuda al conductor. De acuerdo con una realización alternativa, se puede usar una sola escucha de datos para más de un tipo de datos. De acuerdo con esta alternativa, una sola escucha de datos recibe notificaciones acerca de más de un tipo de datos y responde con peticiones de más de un tipo de datos. Por ejemplo, de acuerdo con la presente realización alternativa, si una aplicación de ayuda al conductor usa tanto datos de horizonte electrónico como datos de sensor, una sola escucha de datos puede estar asociada con la aplicación de ayuda al conductor y ser usada para recibir notificaciones acerca tanto de los datos de horizonte electrónico como de los datos de sensor.

En una realización descrita anteriormente, una escucha recibe una notificación acerca de la disponibilidad de nuevos datos en el depósito de datos y posteriormente pide que se le envíen nuevos datos. De acuerdo con una realización alternativa, cuando una escucha recibe una notificación acerca de la disponibilidad de nuevos datos, puede pedir que los nuevos datos sean enviados por difusión, multidifusión u otros medios, a varias aplicaciones y/o escuchas.

De acuerdo con otra realización alternativa, una escucha de datos se registra en el distribuidor de datos y, a continuación, recibe automáticamente los datos en el horizonte electrónico cuando estos pasan a estar disponibles. De acuerdo con esta alternativa, la escucha de datos no recibe primero una notificación de la disponibilidad de nuevos datos ni pide los nuevos datos a la recepción de la notificación. De acuerdo con la presente realización alternativa, la escucha de datos puede recibir los nuevos datos por transmisión punto a punto, difusión, multidifusión, u otros medios.

#### IV. Ventajas

- 10 Las realizaciones de la arquitectura de datos de mapas de sistema avanzado de ayuda al conductor (en las figuras 1 y 17) proporcionan unos medios por los que uno o más sistemas avanzados de ayuda al conductor pueden usar datos de mapas para soportar la función o funciones provistas de ese modo. El uso de datos de mapas por sistemas avanzados de ayuda al conductor puede mejorar las funciones que realizan tales sistemas. La arquitectura descrita en el presente documento proporciona unos medios por los que más de una aplicación de ayuda al conductor puede usar los mismos datos de mapas. La arquitectura descrita en el presente documento también proporciona unos medios por los que diferentes aplicaciones de ayuda al conductor pueden obtener diferentes tipos de datos de mapas. Además, la arquitectura descrita en el presente documento también proporciona unos medios por los que diferentes aplicaciones de ayuda al conductor pueden obtener datos de mapas a tasas diferentes.
- 15
- 20 Realizaciones de la arquitectura de datos de mapas descrita en el presente documento proporcionan ventajas adicionales. El software de aplicación de ayuda al conductor se mantiene separado del programa de horizonte de datos, proporcionando de ese modo versatilidad, compatibilidad y fiabilidad. Además, dado que el programa de horizonte de datos implementa una interfaz fácil de usar, es relativamente fácil el uso del programa de horizonte de datos por parte de diferentes tipos de aplicaciones de ayuda al conductor.
- 25 Se ha previsto que la descripción detallada anterior se considere ilustrativa en lugar de limitativa y que se entienda que se ha previsto que las reivindicaciones siguientes, incluyendo todos los equivalentes, definan el alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un método de obtención de datos de horizonte electrónico (181) para su uso por aplicaciones (200) que usan los datos de horizonte electrónico para proporcionar ayuda a un conductor de un vehículo mientras se conduce, **caracterizado por que** el método comprende:
- 5 recibir mensajes que incluyen una identificación (182) de datos de horizonte electrónico (181), en donde los datos de horizonte electrónico (181) incluyen datos que representan todos los recorridos a lo largo de segmentos de carretera por los que puede marchar el vehículo de motor desde la posición actual del vehículo hasta una extensión asociada con un umbral; y
- 10 obtener los datos de horizonte electrónico (181) usando la identificación (182) cuando una aplicación de ayuda al conductor (200) está preparada para recibir nuevos datos de horizonte electrónico (181).
2. El método de la reivindicación 1, en el que los mensajes son difundidos por un distribuidor de datos (110).
- 15 3. El método de la reivindicación 2, que además comprende registrarse en el distribuidor de datos (110) para recibir los mensajes.
4. El método de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende almacenar la identificación (182) antes de la obtención de los datos de horizonte electrónico (181).
- 20 5. El método de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los datos de horizonte electrónico (181) se obtienen de un depósito de datos (180).
6. El método de la reivindicación 5, en el que los datos de horizonte electrónico (181) se obtienen del depósito de datos (180) por medio de un bus CAN.
- 25 7. El método de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende obtener datos de sensor (180(3)).
- 30 8. El método de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende obtener datos de posición de vehículo (180(2)).
9. El método de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende usar un iterador para obtener los datos de horizonte electrónico (181).
- 35 10. El método de la reivindicación 9, en el que el iterador es uno de:
- 40 un iterador de recorrido (402);  
un iterador de segmento (404); y  
un iterador de punto de segmento (406).
11. El método de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende determinar el nivel de exactitud de los datos de horizonte electrónico (181).
- 45 12. El método de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende la aplicación de ayuda al conductor (200) para configurar el umbral.
13. El método de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende indicar mediante la aplicación de ayuda al conductor (200) un tipo de datos que se van a incluir en los datos de horizonte electrónico (181).
- 50 14. Un sistema de ayuda al conductor que comprende unos medios configurados para llevar a cabo un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
- 55 15. Un programa informático el cual, al ser ejecutado por un ordenador, está configurado para llevar a cabo un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.

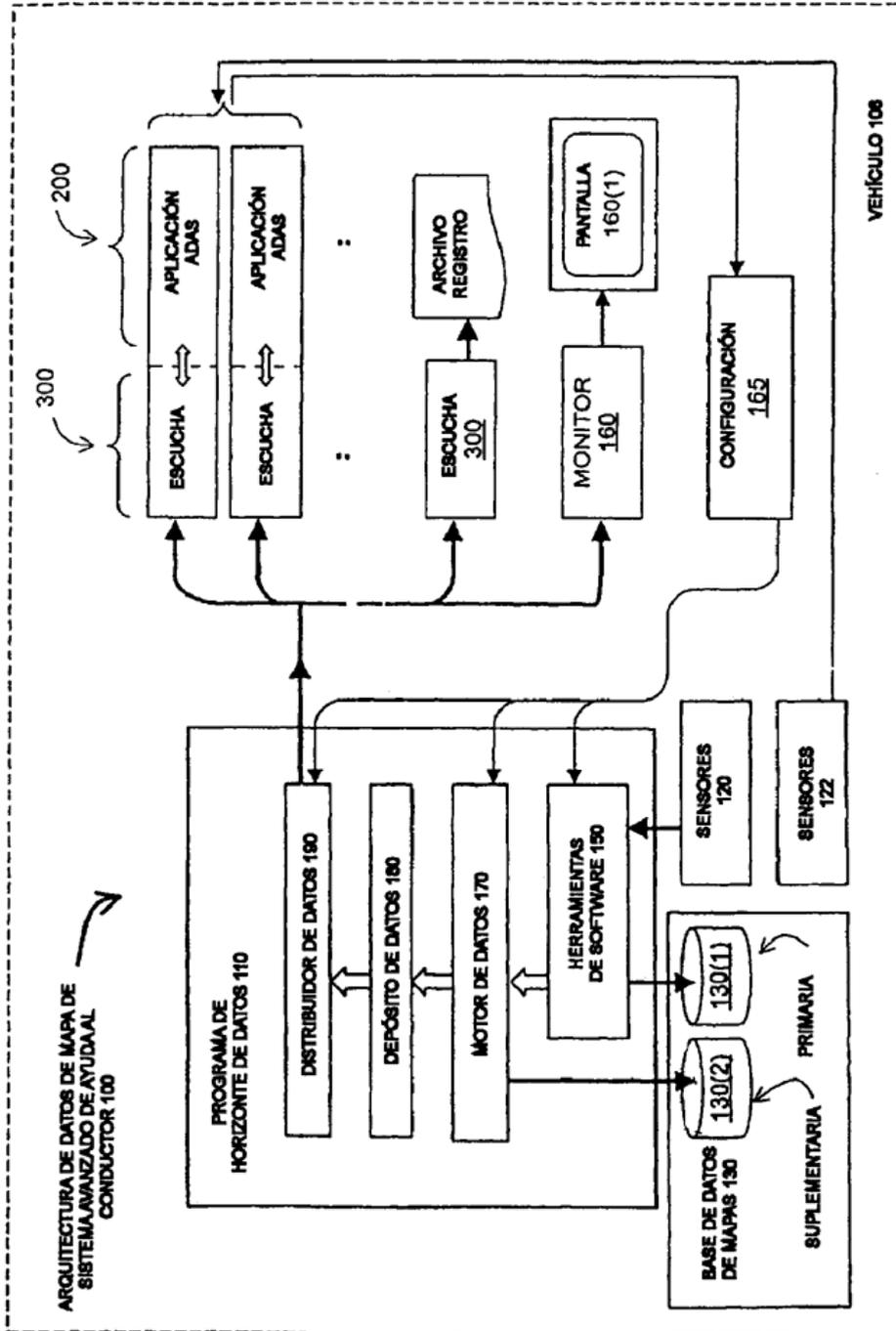


FIG. 1

(A HERRAMIENTAS DE SOFTWARE 150 DEL  
PROGRAMA DE HORIZONTE DE DATOS 110 DE LA FIG. 3)

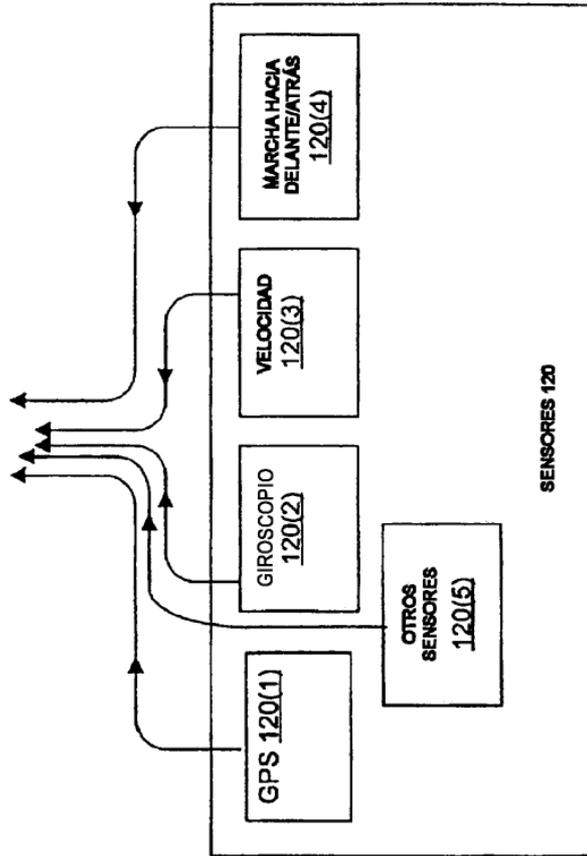


FIG. 2

FIG. 3A

	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	FUENTE
1	NIVEL DE DIGITALIZACIÓN	SUPLEMENTARIA 130(2), SEGMENTO DE CONEXIÓN, COBERTURA DETALLADA DE CIUDAD, COBERTURA DE RED DE CARRETERAS, ENTRE CIUDADES	PRIMARIA 130(1)
2	NOMBRE DE CALLE	NOMBRE DE SEGMENTO DE CALLE PREFERIDO, PUEDE ESTAR VACÍO SI EL SEGMENTO NO TIENE NOMBRE	PRIMARIA 130(1)
	CÓDIGO DE PAÍS	CÓDIGO DE PAÍS (44 = R.Ú., 49 = ALEMANIA)	PRIMARIA 130(1)
3	LONGITUD	LONGITUD, EXACTITUD DE +/-1 M PARA DATOS SUPLEMENTARIOS 130(2)	PRIMARIA 130(1) O SUPLEMENTARIA 130(2)
4	LATITUD	LATITUD, EXACTITUD DE +/-1 M PARA DATOS SUPLEMENTARIOS 130(2)	PRIMARIA 130(1) O SUPLEMENTARIA 130(2)
5	ALTITUD	ALTITUD POR ENCIMA DEL NIVEL DEL MAR, RECOGIDA A EXACTITUD DGPS	SUPLEMENTARIA 130(2)
6	LÍMITES INFERIOR Y SUPERIOR PARA NÚMERO DE CARRILES	LÍMITES INFERIOR Y SUPERIOR PARA NÚMERO DE CARRILES ANTES Y DESPUÉS DE PUNTO ACTUAL (A CARRILES DE INCORPORACIÓN)	PRIMARIA 130(1) O SUPLEMENTARIA 130(2)
7	ÁREA DE DESCANSO	PUNTO ACTUAL DENTRO O FUERA DE UN ÁREA DE DESCANSO, O ¿COMIENZA O TERMINA ÁREA DE DESCANSO EN PUNTO ACTUAL?	SUPLEMENTARIA 130(2)
8	ZONA DE APARCAMIENTO	PUNTO ACTUAL DENTRO O FUERA DE ZONA DE APARCAMIENTO, O ¿COMIENZA O TERMINA ZONA DE APARCAMIENTO EN PUNTO ACTUAL?	SUPLEMENTARIA 130(2)
9	CARRIL DE EMERGENCIA	¿CARRIL DE EMERGENCIA EN EL PUNTO ACTUAL?	SUPLEMENTARIA 130(2)
10	DIVISOR FÍSICO DE CARRILES	DIVISOR FÍSICO DE CARRILES EN CARRETERA	PRIMARIA 130(1) O SUPLEMENTARIA 130(2)

**FIG. 3B**

	<b>NOMBRE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>FUENTE</b>
11	BOSQUE	¿ÁRBOLES O BOSQUE A UNA DISTANCIA ESPECÍFICA DE LOS LÍMITES DE LA CARRETERA?	SUPLEMENTARIA 130 (2)
12	RANGO DE VELOCIDAD MÁXIMA PERMISIBLE	LA VELOCIDAD MÁXIMA ESTÁ DENTRO DEL RANGO (I...J). LA UNIDAD ES KM/H. I=J PARA DATOS SUPLEMENTARIOS 130 (2). NO SE REPRESENTAN DIRECTAMENTE LAS SEÑALES DE VELOCIDAD	PRIMARIA 130 (1) O SUPLEMENTARIA 130 (2)
13	CARRIL DE ACELERACIÓN	¿PUNTO ACTUAL EN O CERCA DE CARRIL DE ACELERACIÓN?	SUPLEMENTARIA 130 (2)
14	TÚNEL/ PASO SUBTERRÁNEO	¿PUNTO ACTUAL DENTRO DE UN TÚNEL? NO HAY LONGITUD MÍNIMA DEL TÚNEL. PERMITE QUE EL TÚNEL EMPIECE Y TERMINE INDEPENDIENTEMENTE PARA AMBOS LADOS DEL SEGMENTO	PRIMARIA 130 (1) O SUPLEMENTARIA 130 (2)
15	PUNTE/ PASO ELEVADO	¿PUNTO ACTUAL EN UN PUENTE? NO HAY LONGITUD MÍNIMA DEL PUENTE. PERMITE QUE EL PUENTE EMPIECE Y TERMINE INDEPENDIENTEMENTE PARA AMBOS LADOS DEL SEGMENTO	PRIMARIA 130 (1) O SUPLEMENTARIA 130 (2)
16	CRUCE A NIVEL	¿PUNTO ACTUAL EN UNA REGIÓN DE CRUCE A NIVEL?	SUPLEMENTARIA 130 (2)
17	PASO PERMITIDO	¿PUNTO EN ZONA DE PASO, FUERA DE ZONA DE PASO, COMIENZO O FIN DE ZONA DE PASO?	SUPLEMENTARIA 130 (2)
18	SEMÁFORO	¿SEMÁFORO EN EL PUNTO ACTUAL?	SUPLEMENTARIA 130 (2)
19	SEÑAL DE CEDA EL PASO	¿SEÑAL DE CEDA EL PASO EN EL PUNTO ACTUAL?	SUPLEMENTARIA 130 (2)
20	SEÑAL DE ENTRADA EN CIUDAD	¿SEÑAL DE ENTRADA EN CIUDAD EN EL PUNTO ACTUAL?	SUPLEMENTARIA 130 (2)
21	SEÑAL DE SALIDA DE CIUDAD	¿SEÑAL DE SALIDA DE CIUDAD EN EL PUNTO ACTUAL?	SUPLEMENTARIA 130 (2)

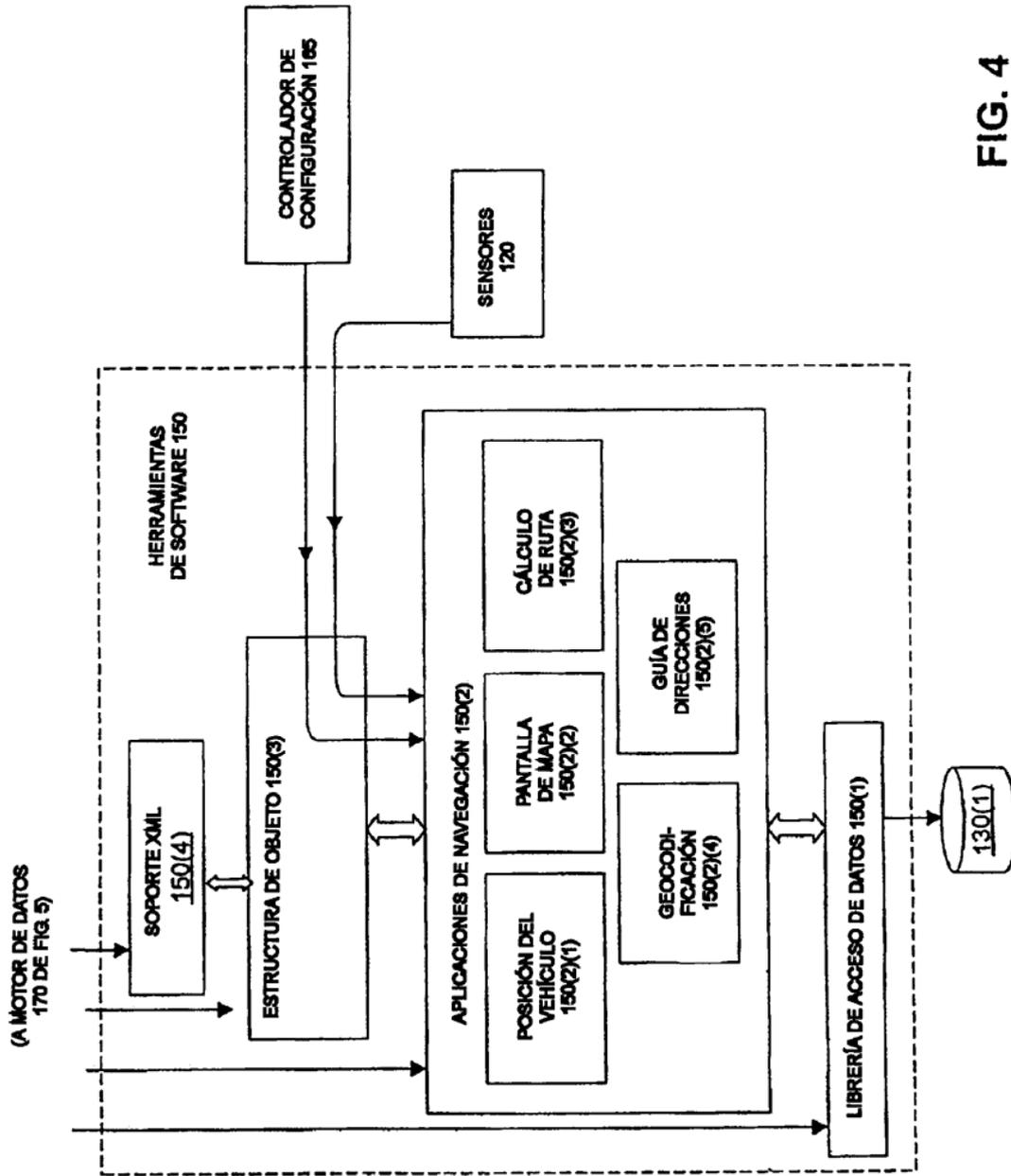
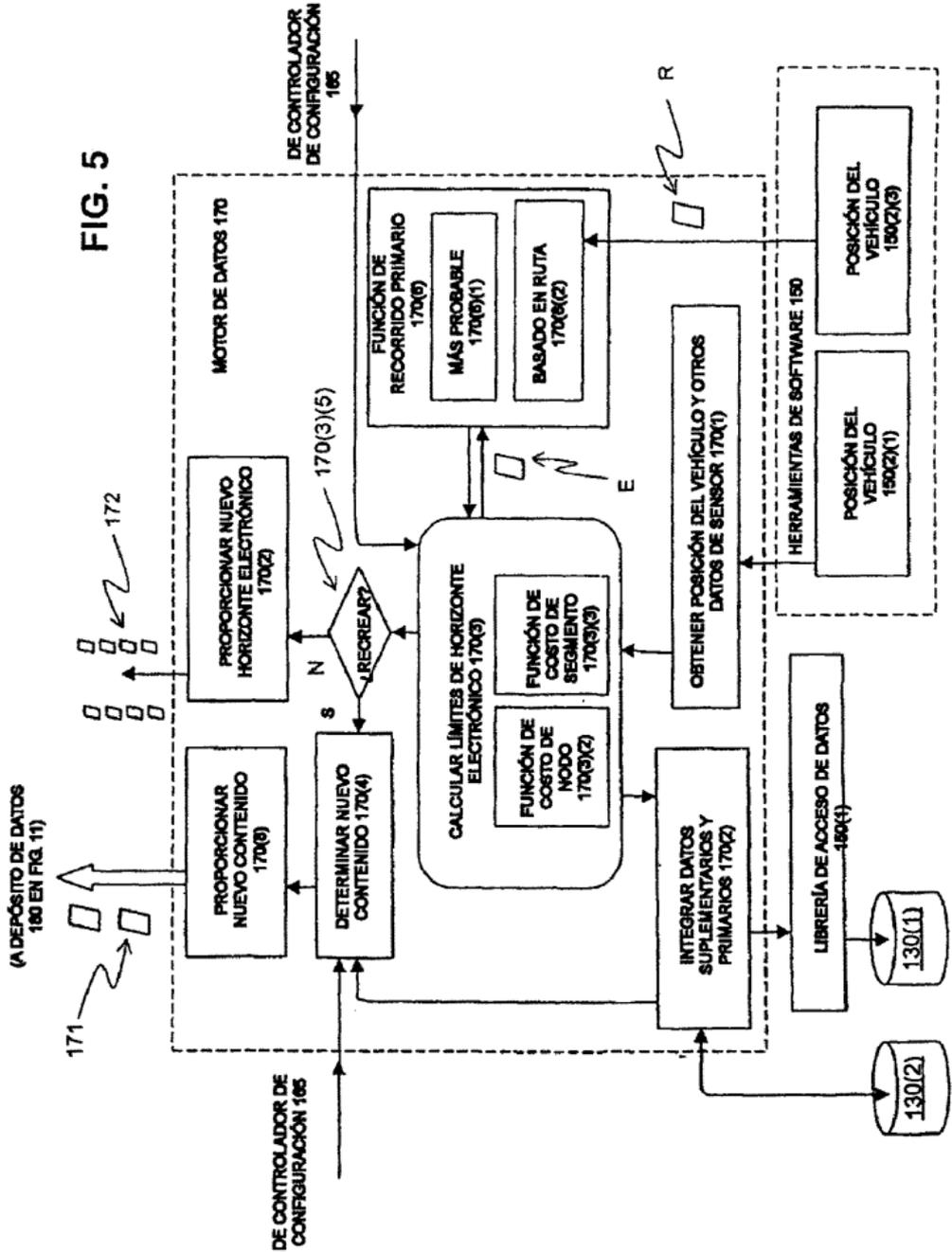


FIG. 4



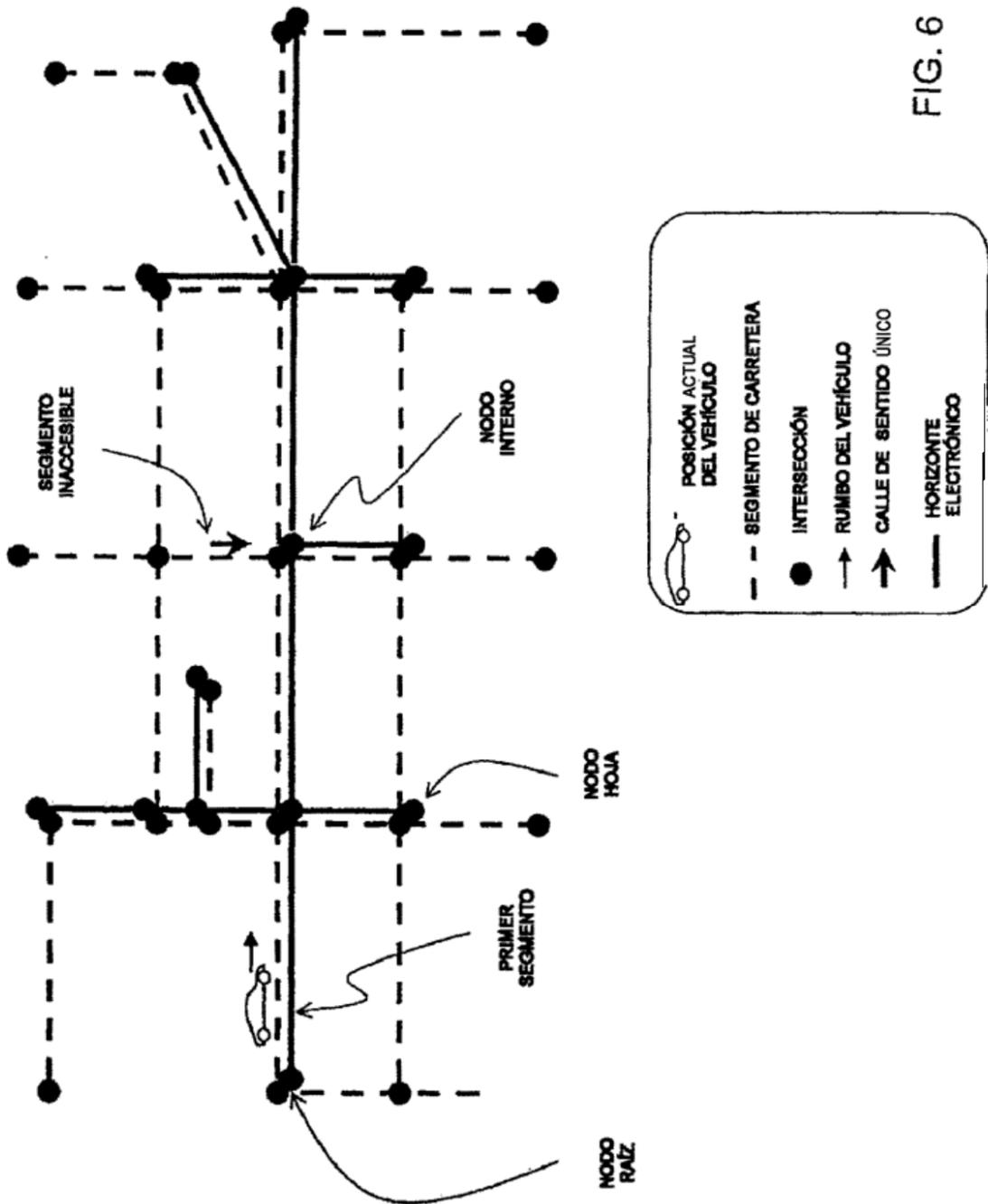


FIG. 6

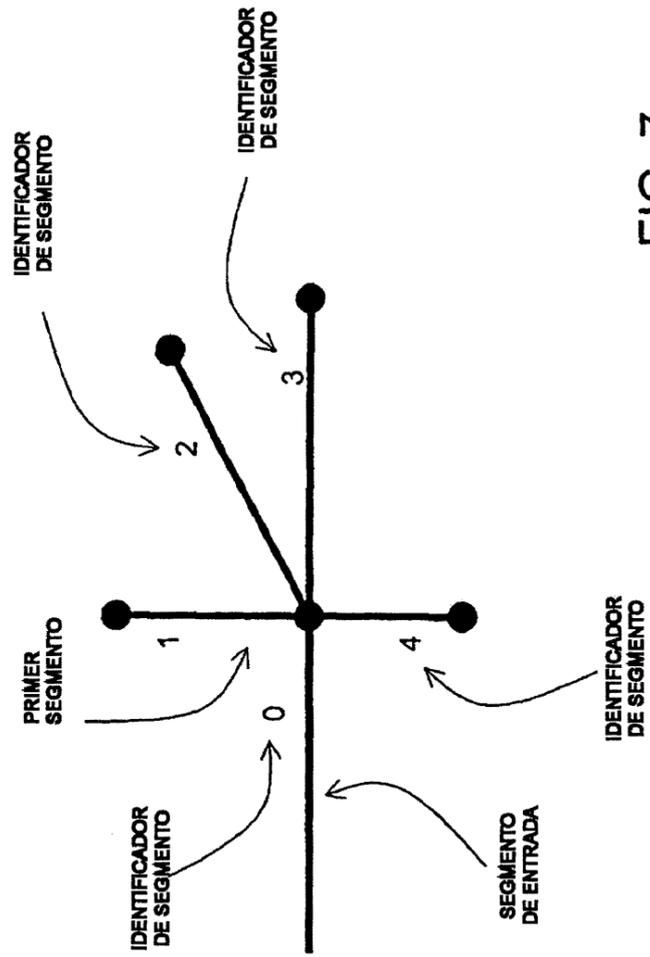


FIG. 7

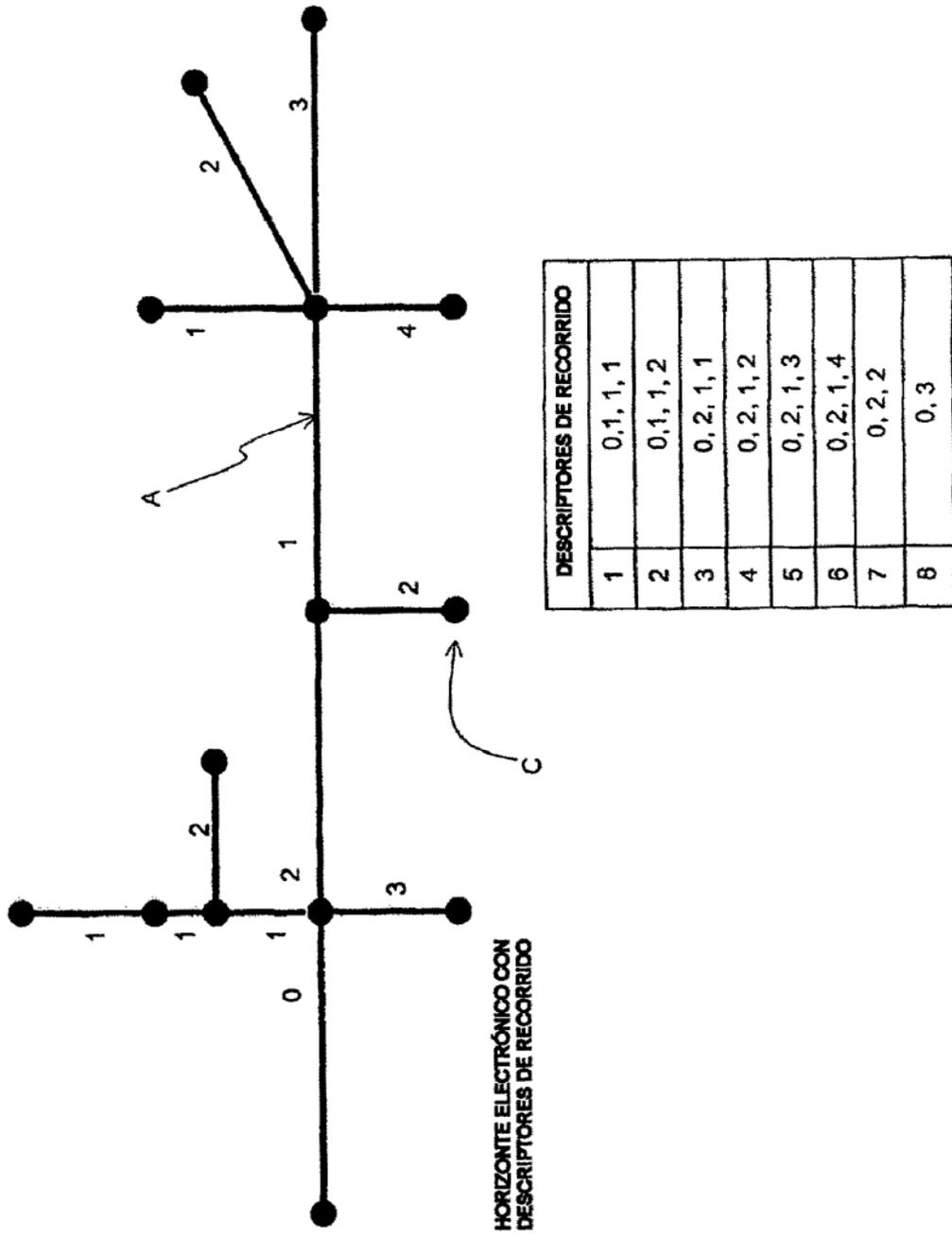


FIG. 8

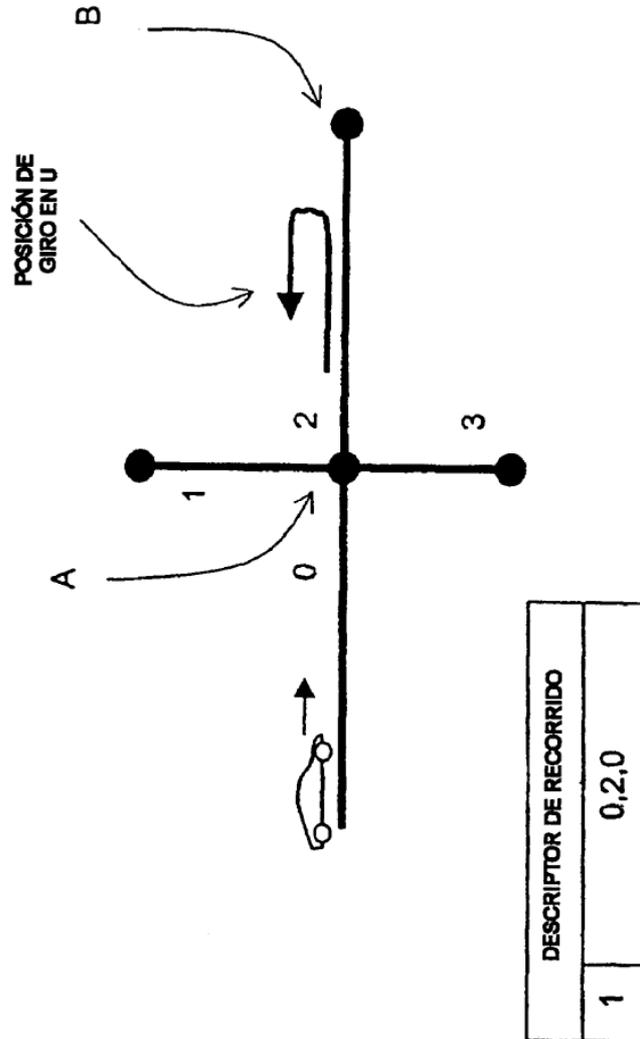
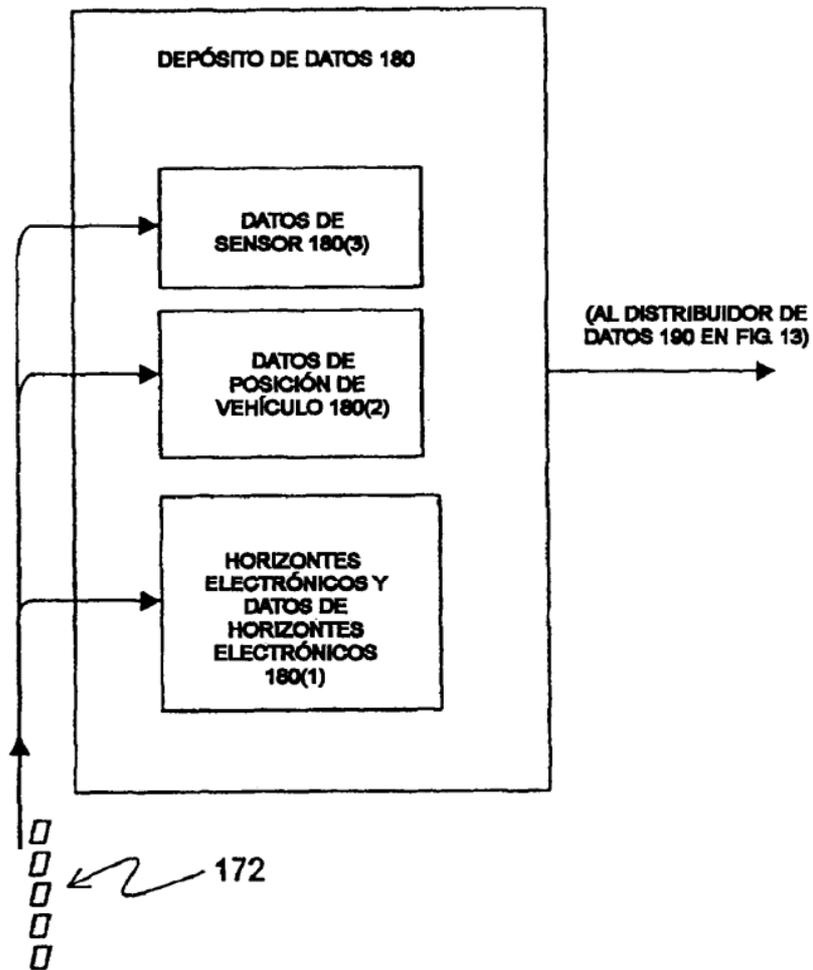


FIG. 9



(DEL MOTOR DE DATOS 170 EN FIG. 5)

FIG. 10

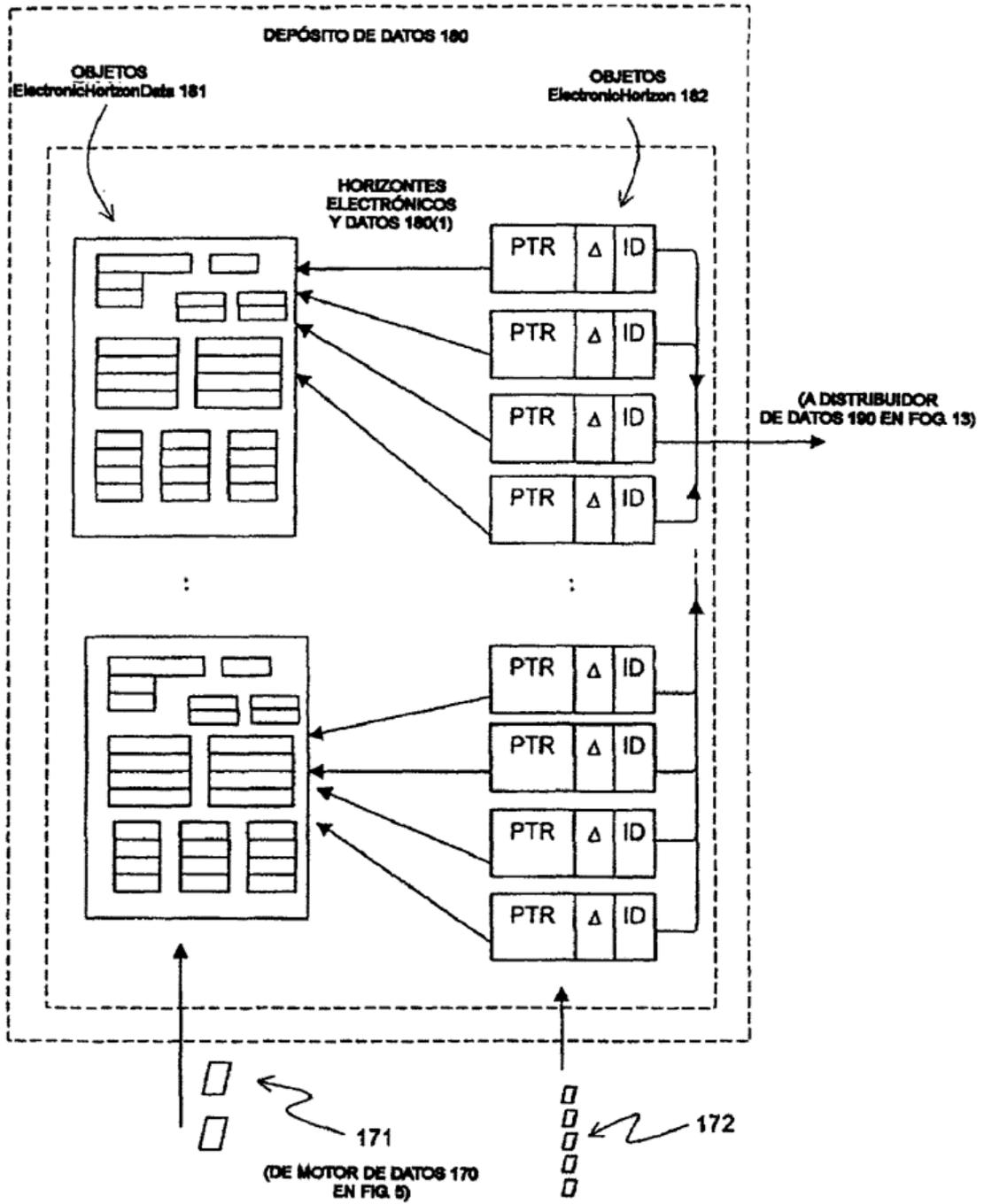


FIG.11

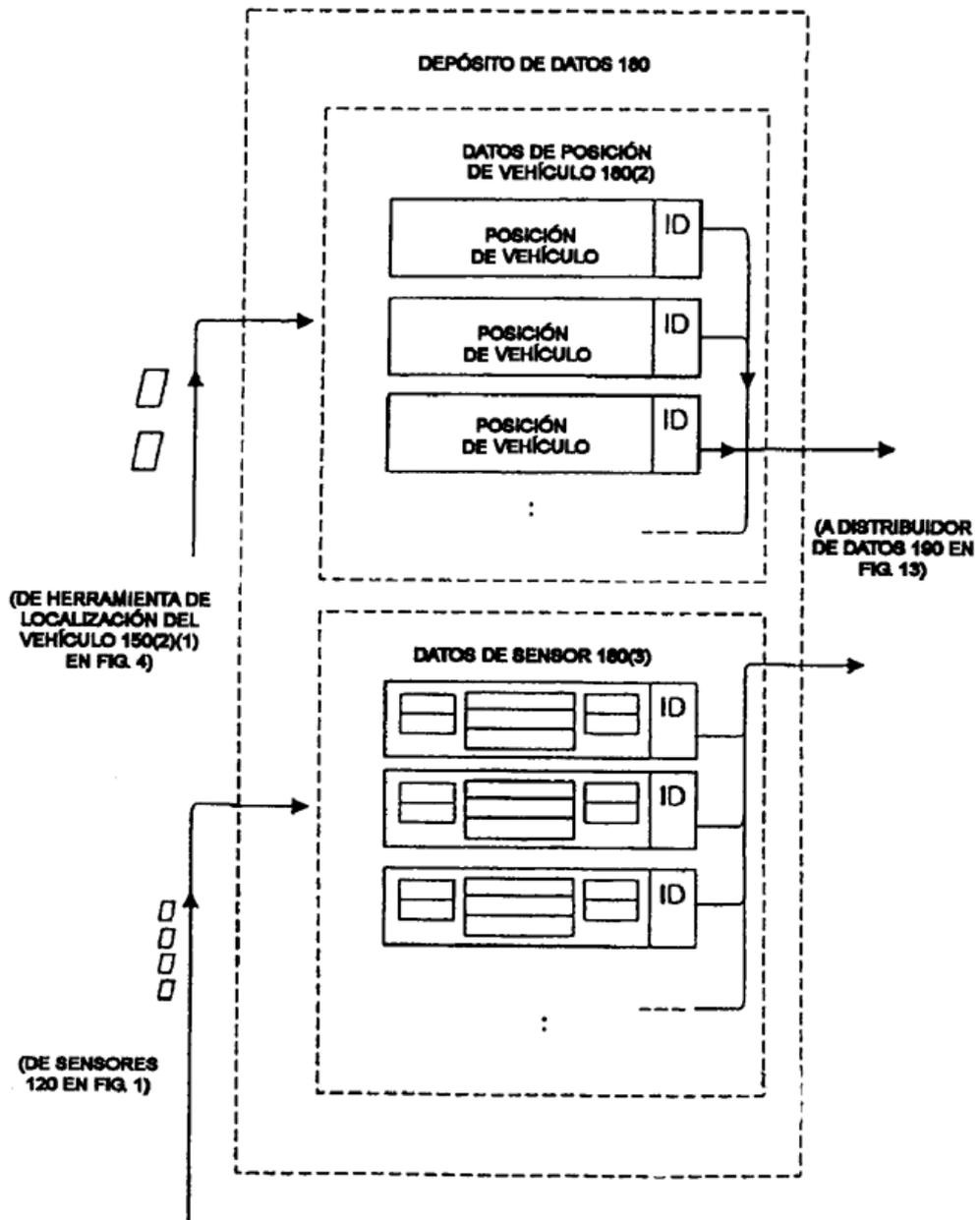
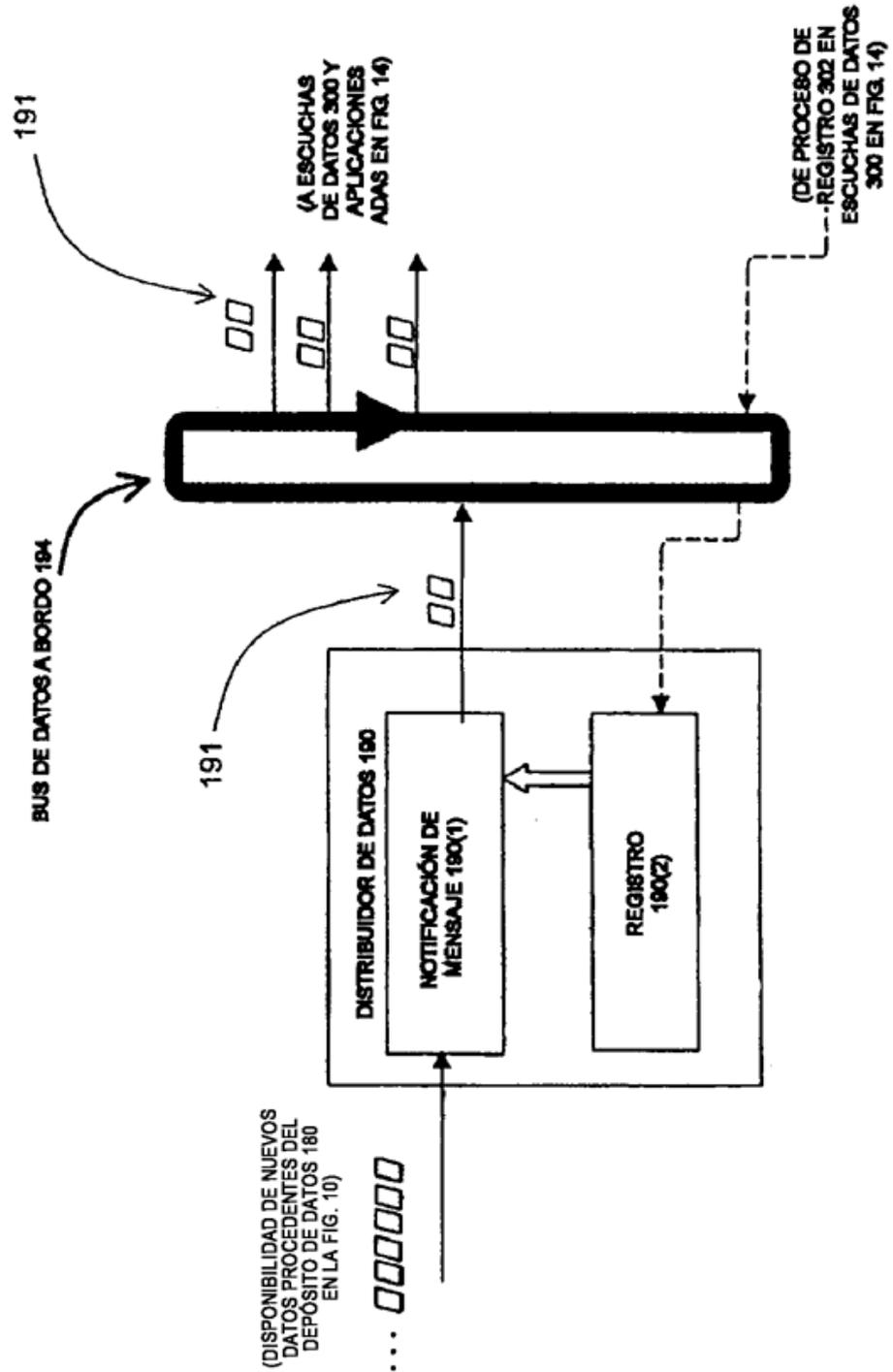


FIG. 12

FIG. 13



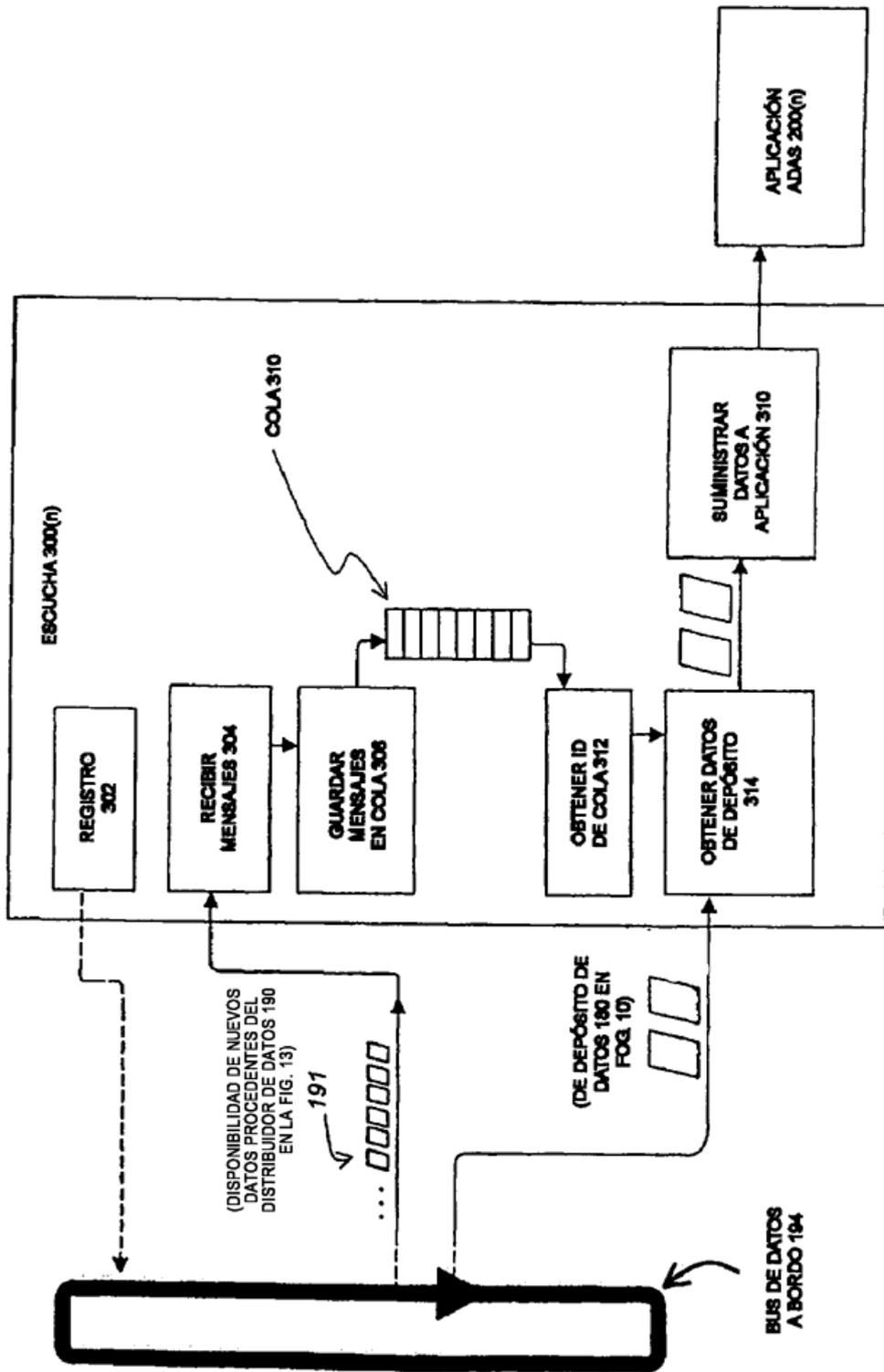


FIG. 14

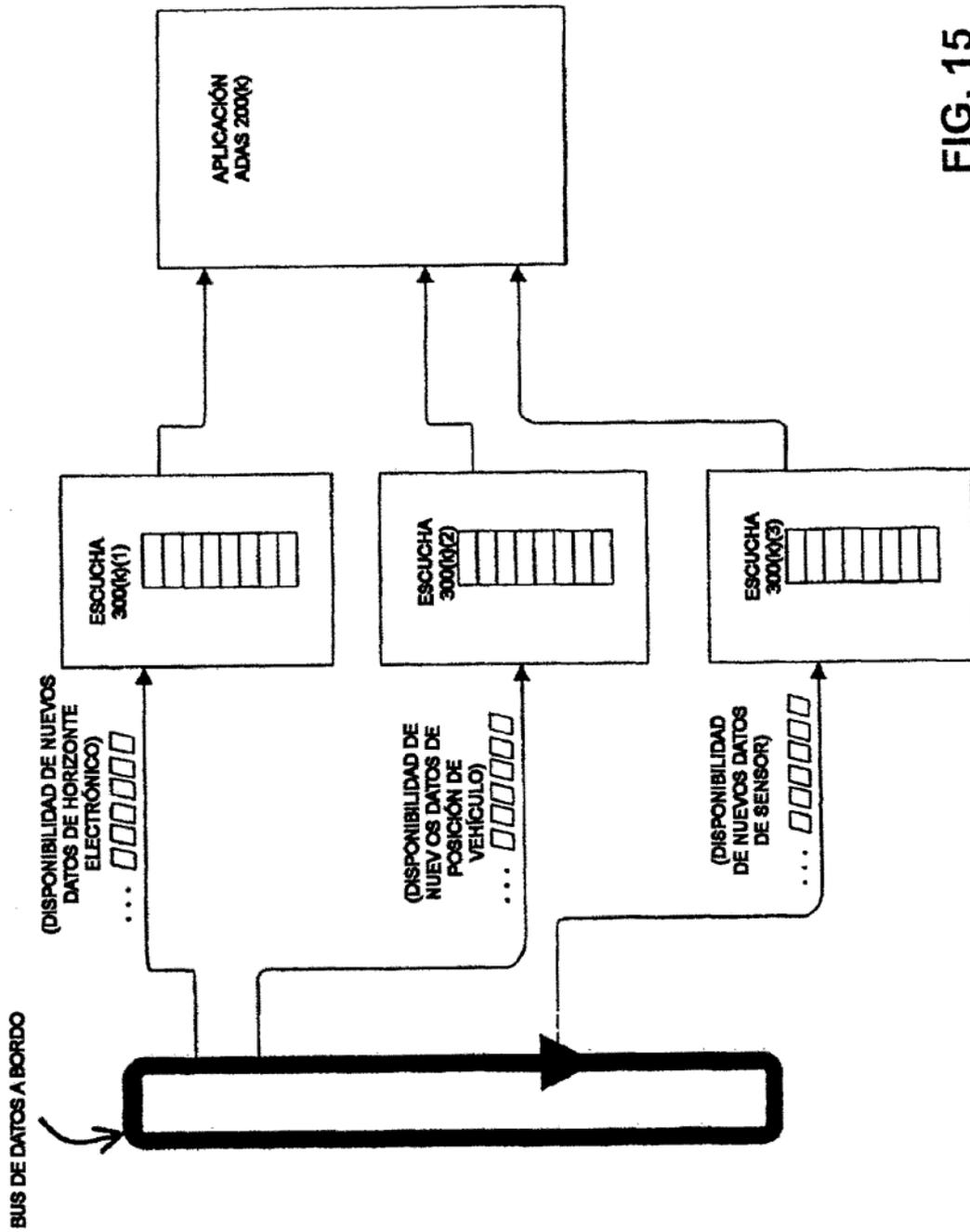


FIG. 15

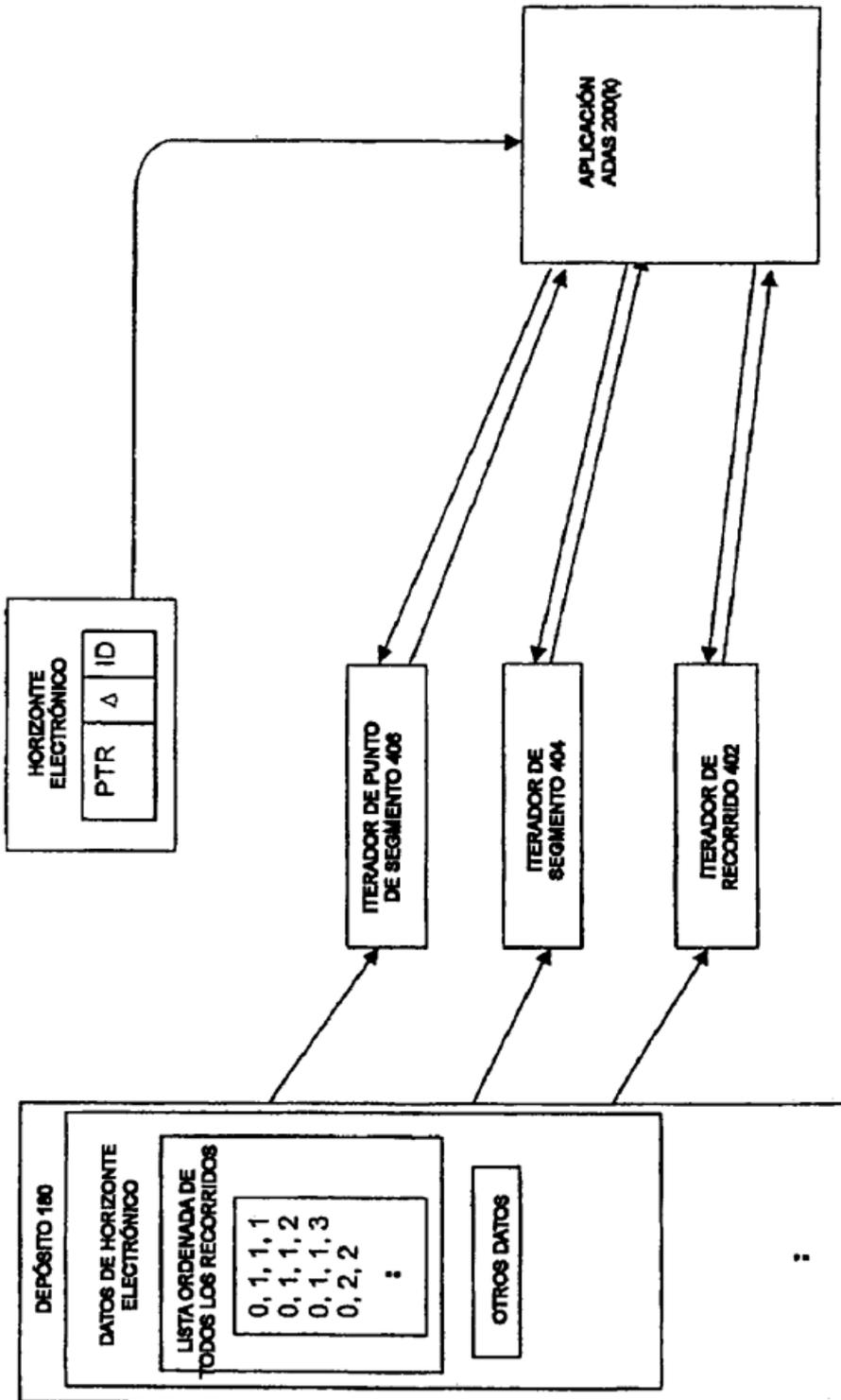


FIG. 16

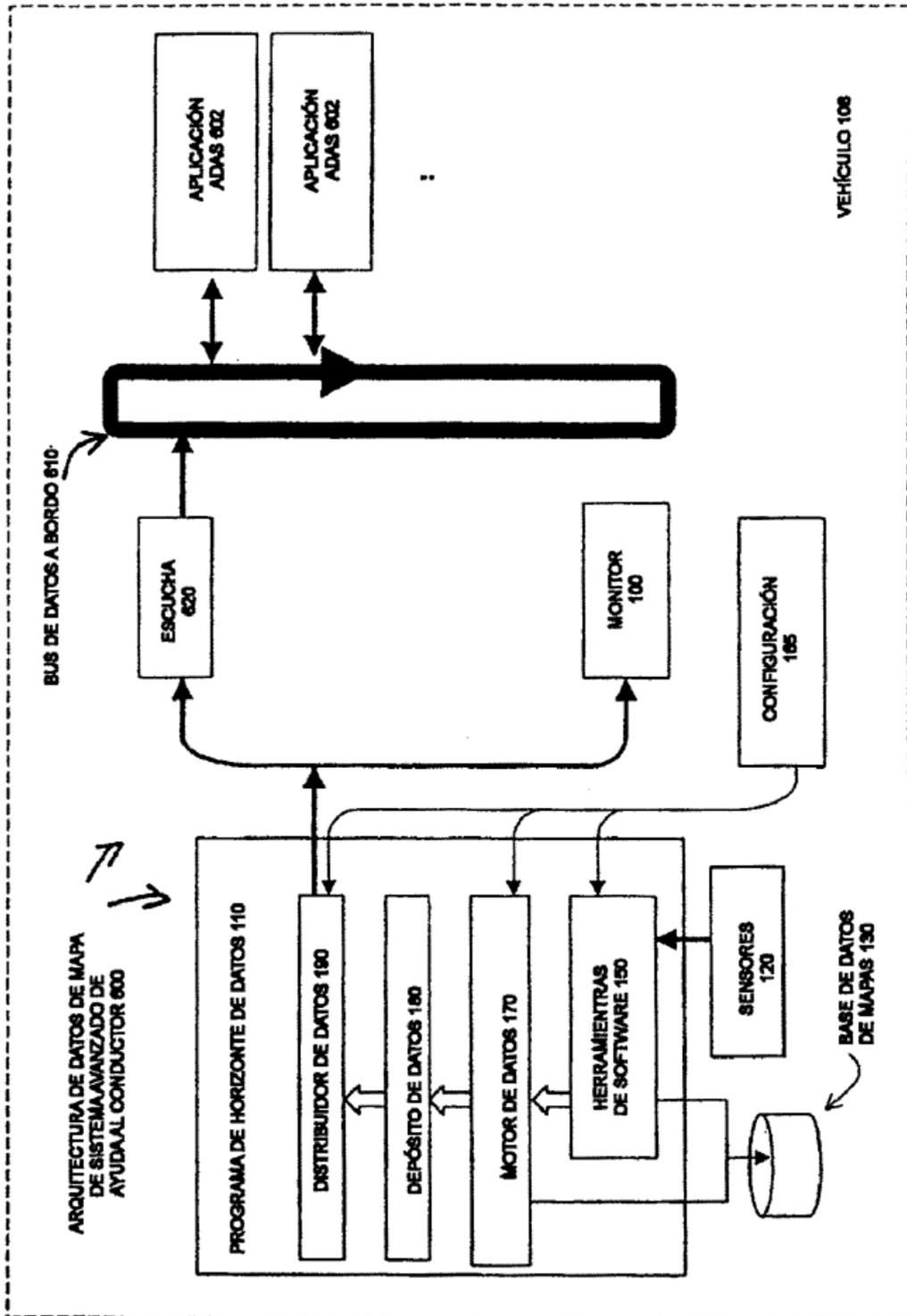


FIG. 17