



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 594 831**

⑮ Int. Cl.:
G08G 1/087
(2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑯ Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.05.2013 PCT/US2013/042865**

⑰ Fecha y número de publicación internacional: **12.12.2013 WO13184438**

⑯ Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.05.2013 E 13728073 (1)**

⑯ Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.07.2016 EP 2856453**

④ Título: **Derecho de prioridad de señal de tráfico de campo de visión**

⑩ Prioridad:
04.06.2012 US 201213487773

⑬ Titular/es:
**GLOBAL TRAFFIC TECHNOLOGIES LLC (100.0%)
7800 Third Street North
St. Paul, MN 55128, US**

⑮ Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
22.12.2016

⑭ Inventor/es:
EICHHORST, KEVIN, CLARE

⑮ Agente/Representante:
CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 594 831 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

Derecho de prioridad de señal de tráfico de campo de visión

Campo de la invención

5 La presente invención en general se dirige a atender solicitudes de derecho de prioridad para señales de control de tráfico.

Antecedentes

10 Las señales de tráfico se han usado durante mucho tiempo para regular el flujo de tráfico en intersecciones. Generalmente, las señales de tráfico se han basado en temporizadores o sensores de vehículos para determinar cuando cambiar las luces de las señales de tráfico, de este modo, señalizando direcciones alternas de tráfico para 15 detenerse y otras para avanzar.

15 Los vehículos de emergencias, tales como coches de policía, camiones de bomberos y ambulancias, generalmente tienen preferencia para cruzar una intersección en contra de una señal de tráfico. En el pasado, los vehículos de emergencias han dependido habitualmente de cláxones, sirenas y luces parpadeantes para avisar a otros conductores que se aproximan a la intersección que un vehículo de emergencias pretende cruzar la intersección. Sin embargo, debido a la discapacidad auditiva, aire acondicionado, sistemas de audio y otras distracciones, a menudo el conductor de un vehículo que se aproxima a una intersección no será consciente de una alarma emitida por un vehículo de emergencias aproximándose.

20 Los sistemas de preferencia de control de tráfico asisten a vehículos autorizados (vehículos de policía, bomberos y otros vehículos de seguridad o transporte) a través de intersecciones señalizadas realizando solicitudes de derecho de prioridad a los controladores de intersecciones que controlan los semáforos en las intersecciones. El controlador de intersección puede responder a la solicitud de derecho de prioridad del vehículo cambiando los semáforos de la intersección a verde en la dirección de viaje del vehículo que se aproxima. Este sistema mejora el tiempo de respuesta del personal de seguridad pública, mientras reduce las situaciones peligrosas en intersecciones cuando 25 un vehículo de emergencias trata de cruzar con un semáforo en rojo. Además, se puede mejorar la eficiencia de velocidad y planificación para vehículos de transporte.

30 Actualmente existe un número de sistemas de preferencia de control de tráfico conocidos que tienen equipos instalados en ciertas señales de tráfico y en vehículos autorizados. Uno de tales sistemas en uso actualmente es el sistema OPTICOM®. Este sistema utiliza un tubo estroboscópico de alta potencia (emisor), que se localiza en o sobre el vehículo, que genera pulsos de luz a una frecuencia determinada, habitualmente 10 Hz o 14 Hz. Habitualmente se monta un receptor, que incluye un fotodetector y electrónica asociada, en el brazo del poste localizado en la intersección y produce una serie de pulsos de voltaje, cuyo número es proporcional a la intensidad de los pulsos de luz recibidos desde el emisor. El emisor genera suficiente potencia radiante para ser detectado desde más de 762 metros de distancia. El tubo estroboscópico emisor convencional genera luz de amplio espectro. Sin embargo, se utiliza un filtro óptico en el detector para restringir su sensibilidad a la luz solo en el espectro de infrarrojos (IR) cercano. Esto minimiza las interferencias de otras fuentes de luz.

35 Los niveles de intensidad se asocian a cada aproximación de intersección para determinar cuándo un vehículo detectado está dentro del rango de la intersección. Los vehículos con códigos de seguridad válidos y un nivel de intensidad suficiente se analizan con otros vehículos detectados para determinar el vehículo con mayor derecho de prioridad. Los vehículos con derecho de prioridad equivalente se seleccionan por orden de llegada. Una solicitud de 40 derecho de prioridad se emite al controlador para la dirección de aproximación del vehículo con mayor derecho de prioridad viajando en la misma.

45 Otro sistema común en uso actualmente es el sistema de control de derecho de prioridad de GPS de OPTICOM. Este sistema utiliza un receptor de GPS en el vehículo para determinar la localización, rumbo y velocidad del vehículo. La información se combina con información de codificación de seguridad que consiste en un identificador de organismo, clase de vehículo, identificación del vehículo y que se difunde a través de una radio a 2.4 GHz patentada.

50 Una radio a 2.4 GHz equivalente localizada en la intersección junto con electrónica asociada recibe la información del vehículo difundida. Las aproximaciones a la intersección se mapean utilizando o bien lecturas de GPS recogidas desde un vehículo que atraviesa las aproximaciones o bien utilizando información de localización tomada desde una base de datos de mapas. La localización y dirección del vehículo se utilizan para determinar por cuál de las 55 aproximaciones mapeadas se aproxima el vehículo hacia la intersección y la proximidad relativa a la misma. La velocidad y localización del vehículo se utiliza para determinar el tiempo de llegada estimado (ETA) a la intersección y la distancia de viaje desde la intersección. El ETA y las distancias de viaje se asocian con cada aproximación de intersección para determinar cuándo un vehículo detectado está dentro del rango de la intersección y por lo tanto es un candidato de preferencia. Los candidatos de preferencia con códigos de seguridad válidos se analizan con otros vehículos detectados para determinar el vehículo con mayor derecho de prioridad. Los vehículos con derecho de prioridad equivalente se seleccionan por orden de llegada. Una solicitud de derecho de prioridad se emite al

controlador para la dirección de aproximación del vehículo con mayor derecho de prioridad viajando en la misma.

Con las redes amplias metropolitanas siendo cada vez más frecuentes, pueden estar disponibles medios adicionales para detectar vehículos a través de redes cableadas, tales como Ethernet o fibra óptica, y redes inalámbricas, tales como celular, Mesh o 802.11 b/g. Con conectividad de red en las intersecciones, la información de rastreo del

5 vehículo puede suministrarse por un medio de red. En este caso, la localización del vehículo o bien se difunde por el propio vehículo a la red o bien puede difundirse por una pasarela intermediaria a la red que entrecruza, por ejemplo, entre un medio inalámbrico usado por el vehículo y una red cableada en la que la electrónica de la intersección reside. En este caso, el vehículo o un intermediario informa, a través de la red, la información de seguridad del 10 vehículo, localización, rumbo y velocidad junto con la hora actual del vehículo, las intersecciones en la red reciben la información del vehículo y evalúan la posición utilizando mapas de aproximación como se describe en el sistema de GPS de Opticom. La codificación de seguridad debería ser idéntica al sistema de GPS de Opticom o emplear otro esquema de codificación.

El documento US2004/0147291 A1 desvela una función móvil de evento desencadenante para sistemas de gestión de transporte que utilizan prioridad de señal de tráfico.

15 El documento DE102008041091 A1 desvela un dispositivo de preferencia en cruces regulados por sistema de semáforos, donde una unidad es un receptor de sistema de posición global. El documento US2010/0045484 A1 desvela un procedimiento de control de señales de tráfico para dar prioridad de señal a un vehículo.

20 Los enfoques anteriores sobre preferencia de señal de tráfico tienen un número de desventajas. Para sistemas ópticos, se requiere de una línea visual desde el emisor del vehículo al receptor en la intersección. Niebla, árboles y curvas en la carretera pueden impactar negativamente en el rendimiento de un sistema óptico. Sistemas de GPS y basados en redes utilizan mapas de aproximación que se construyen en cada intersección. Se requiere un esfuerzo exhaustivo para crear los mapas necesarios para cada diferente aproximación a cada intersección.

Sumario

25 En una realización, se proporciona un procedimiento para emitir solicitudes de derecho de prioridad. El procedimiento incluye que una disposición de circuito a bordo de vehículo determine una localización y un rumbo de un vehículo. La disposición de circuito a bordo de vehículo determina los límites de una geo-ventana en respuesta a la localización y rumbo determinados. La disposición de circuito a bordo de vehículo también determina si una cualquiera de una pluralidad de intersecciones se localiza o no dentro de los límites de la geo-ventana. En respuesta a determinar que una de una pluralidad de intersecciones se localiza dentro de los límites de la geo-ventana, se 30 transmite una solicitud de derecho de prioridad desde el vehículo a un controlador de intersección en una de la pluralidad de intersecciones.

35 En otra realización, se proporciona un sistema a bordo de vehículo de emisión de solicitudes de derecho de prioridad de señales de tráfico. Un receptor se configura y dispone para recibir una señal de localización que indica una localización de un vehículo. Un dispositivo de almacenaje se configura con datos geográficos que identifican localizaciones de una pluralidad de señales de tráfico. Un procesador se acopla al receptor y al dispositivo de almacenaje. El procesador se configura y dispone para determinar una localización y un rumbo del vehículo en respuesta a la señal de localización. El procesador genera una representación de una geo-ventana a partir de la localización y rumbo del vehículo. A base de los datos geográficos almacenados el procesador determina si una cualquiera de las señales de tráfico se localiza o no dentro de los límites de la geo-ventana. En respuesta a 40 determinar que una de las señales de tráfico se localiza dentro de los límites de la geo-ventana, se genera una solicitud de derecho de prioridad. Un transmisor se acopla al procesador y se configura y dispone para transmitir la solicitud de derecho de prioridad a un controlador de intersección de una de las señales de tráfico.

45 En otra realización se proporciona un procedimiento de emisión de solicitudes de derecho de prioridad. El procedimiento determina repetidamente los límites de una geo-ventana a base de localizaciones y rumbos de un vehículo a medida que el vehículo viaja a lo largo de una calzada. El procedimiento determina si una cualquiera de una pluralidad de intersecciones se localiza o no dentro de los límites de la geo-ventana en respuesta a límites modificados de la geo-ventana. En respuesta a determinar que una de una pluralidad de intersecciones se localiza dentro de los límites de la geo-ventana, se transmite una solicitud de derecho de prioridad desde el vehículo a un controlador de intersección en una de la pluralidad de intersecciones.

50 En otra realización se proporciona un aparato de emisión de solicitudes de derecho de prioridad. El aparato incluye medios para determinar repetidamente límites de una geo-ventana a base de localizaciones y rumbos de un vehículo a medida que el vehículo viaja a lo largo de una calzada; medios para determinar si una cualquiera de una pluralidad de intersecciones se localiza o no dentro de los límites de la geo-ventana en respuesta a límites modificados de la geo-ventana; y medios, sensibles a la determinación de que una de la pluralidad de intersecciones se localiza dentro 55 de los límites de la geo-ventana, para transmitir una solicitud de derecho de prioridad desde el vehículo a un controlador de intersección en la una de la pluralidad de intersecciones.

El procedimiento y el dispositivo de acuerdo con la invención se caracterizan por las características de las reivindicaciones 1 y 9.

El sumario anterior de la presente invención no pretende describir cada realización desvelada de la presente invención. Las figuras y la descripción detallada a continuación proporcionan ejemplos de realizaciones y aspectos adicionales de la presente invención.

Breve descripción de los dibujos

- 5 Otros aspectos y ventajas de la invención serán evidentes tras el análisis de la descripción detallada y con referencia a los dibujos en los que:
- la Figura 1 es un diagrama que muestra geo-ventanas asociadas a un vehículo a medida que el vehículo viaja a lo largo de una calzada;
- 10 las Figuras 2-1 y 2-2 muestran un organigrama de un procedimiento para generar solicitudes de derecho de prioridad a base de localizaciones de intersecciones con relación a una geo-ventana mantenida por circuitería de procesamiento a bordo de vehículo;
- 15 la Figura 2-3 muestra un ejemplo de geo-ventana que se hace referencia en la descripción de las etapas del procedimiento de determinación de si una intersección está dentro o no de los límites de la geo-ventana;
- la Figura 3-1 es un diagrama de flujo que muestra un procedimiento por el cual la geo-ventana se crea y actualiza a base de la localización, rumbo y velocidad;
- 20 la Figura 3-2 es un gráfico que muestra el cálculo de las coordenadas del punto medio del borde delantero;
- la Figura 3-3 es un gráfico que muestra el cálculo de una esquina de la geo-ventana;
- la Figura 3-4 es un gráfico que muestra el cálculo de las otras tres esquinas de la geo-ventana;
- la Figura 4 muestra una geo-ventana 402 primaria y una geo-ventana 404 suplementaria;
- 25 la Figura 5 es un organigrama que muestra un procedimiento para generar una geo-ventana suplementaria; y la Figura 6 es un diagrama de bloque que muestra una disposición de circuito para generar solicitudes de derecho de prioridad a base de localizaciones de intersecciones con relación a geo-ventanas generadas a medida que el vehículo se mueve.

Descripción detallada

- 25 Las diversas realizaciones de la invención proporcionan un sistema y procedimiento de preferencia de señal de tráfico que aborda las desventajas de sistemas anteriores. El sistema no requiere una línea visual del vehículo con la intersección. Además, el sistema se configura fácilmente.
- En una realización, se proporciona un sistema a bordo de vehículo de emisión de solicitudes de derecho de prioridad de señales de tráfico. El sistema incluye un receptor que se configura y dispone para recibir una señal de localización que indica la localización del vehículo. Un procesador en el sistema utiliza la información de la localización para determinar si una solicitud debería realizarse o no para ordenar preferencia a una señal de tráfico cercana. Para realizar la determinación, el sistema utiliza la información de la localización y rumbo del vehículo para definir un área que se extiende desde el vehículo en la dirección de viaje. El área definida se denomina como la geo-ventana. El tamaño de la ventana puede definirse como una función de la velocidad del vehículo o puede ser estática, dependiendo de los requisitos de implementación. El sistema a bordo de vehículo utiliza los datos que indican las localizaciones geográficas de una pluralidad de intersecciones para determinar si una intersección se sitúa o no dentro de los límites de la geo-ventana. Si el sistema determina que una intersección se localiza dentro de los límites de la geo-ventana, se genera una solicitud de derecho de prioridad. Un transmisor transmite la solicitud de derecho de prioridad al controlador de intersección en la intersección.
- 40 El sistema a bordo de vehículo determina si solicita o no la preferencia a base de la geo-ventana que crea. Esto elimina la necesidad de crear mapas de aproximación para las aproximaciones múltiples en las intersecciones controladas en una zona. Hacer que la decisión se realice a bordo de vehículo en vez de en las intersecciones permite que la toma de decisión se integre con otros sistemas de gestión del vehículo, tal como sistemas de gestión de rutas. Esto permite que al sistema a bordo de vehículo se le proporcione la información específica de la ruta así como que controle la habilitación e inhabilitación de la capacidad de solicitar la preferencia.
- 45 Como se utiliza en el presente documento, una solicitud de derecho de prioridad se refiere tanto a solicitudes de derecho de prioridad que surgen de vehículos de emergencias, así como a lo que algunas veces se refiere como solicitudes de derecho de prioridad, que surgen de vehículos de transporte público, por ejemplo.
- 50 La Figura 1 es un diagrama que muestra geo-ventanas asociadas a un vehículo a medida que el vehículo viaja a lo largo de una calzada. El mapa 100 muestra una cuadrícula de carreteras e intersecciones controladas, que se representan por los iconos 102, 104 y 106 de señales de tráfico. El vehículo 108 se muestra en tres posiciones diferentes para representar al vehículo aproximándose a la intersección 106. En cada una de las tres posiciones, el sistema de preferencia en-vehículo genera una geo-ventana. Las geo-ventanas se muestran como los bloques 110, 112 y 114.
- 55 Para vehículos de emergencias, el sistema de preferencia en-vehículo puede activarse cuando el vehículo viaja al lugar de la emergencia. Para vehículos de transporte público, el sistema de preferencia en-vehículo puede activarse cuando el vehículo viaja por su ruta asignada.

Una vez activado, a medida que el vehículo se mueve el sistema determina repetidamente los límites de la geo-ventana y comprueba si la localización de la intersección está o no dentro de los límites de la geo-ventana. Los límites de la geo-ventana se determinan a base de la localización y rumbo del vehículo, que pueden determinarse por medio de un sistema de posicionamiento por satélite, tal como el GPS, o por un sistema terrestre. La velocidad del vehículo puede usarse en la determinación del tamaño de la geo-ventana. Una vez que la localización de la señal 106 de tráfico se sitúa dentro de la geo-ventana 114, el sistema a bordo de vehículo genera y transmite una solicitud de derecho de prioridad a la señal 106 de tráfico.

Las Figuras 2-1 y 2-2 muestran un organigrama de un procedimiento para generar solicitudes de derecho de prioridad a base de localizaciones de intersecciones con relación a una geo-ventana mantenida por circuitería de procesamiento a bordo de vehículo. En el bloque 202 se determina la localización del vehículo y en el bloque 204 se determinan el rumbo y velocidad del vehículo. Como se indicó anteriormente, la localización y rumbo pueden determinarse utilizando el sistema de GPS o uno terrestre.

A base de la localización, rumbo y velocidad, el procedimiento determina los límites de la geo-ventana en el bloque 206. En una realización alternativa, la velocidad del vehículo puede ignorarse y el tamaño de la geo-ventana puede ser fija. Las Figuras 3-1 a 3-4 describen adicionalmente el procedimiento de determinación de los límites de la geo-ventana. En una realización, la geo-ventana es rectangular y las cuatro esquinas del rectángulo se especifican como coordenadas de GPS. La Figura 2-3 muestra un ejemplo de geo-ventana que se hace referencia en la descripción de las etapas del procedimiento de determinación de si una intersección está dentro o no de los límites de la geo-ventana.

En el bloque 208, el procedimiento convierte las coordenadas de la localización del vehículo a un formato de grados decimal (por ejemplo, 123,005 grados) de un formato del Sistema Geodésico Mundial. En el bloque 210, el procedimiento calcula factores de conversión a base de la longitud y latitud del vehículo. Los factores de conversión se utilizan para compensar los cambios en la distancia entre puntos longitudinales debido a la convergencia de las líneas de longitud y latitud en los polos. Los factores de conversión se utilizan como valores de corrección de longitud y latitud en el bloque 214.

En el bloque 212, el procedimiento recupera la localización de la siguiente intersección a procesar de la base de datos. Para facilitar la referencia, la geo-localización se usa para referirse a la localización de la intersección. En una realización, localizaciones múltiples pueden asociarse con la localización de la intersección para compensar las curvas en la carretera. Un caso ilustrativo es una intersección al final de una rampa de salida de cruce en trébol. Las coordenadas de GPS de localizaciones adicionales a lo largo del cruce en trébol pueden asociarse con la intersección, de tal forma que cuando cualquiera de esas localizaciones adicionales se sitúa dentro de la geo-ventana, se emite una solicitud de derecho de prioridad para ordenar preferencia a la señal de tráfico. Esto permite que la geo-ventana rectangular se use para emitir solicitudes de derecho de prioridad para aproximaciones de formas diferentes, mientras se elimina la necesidad de construir mapas de aproximación exhaustivos a lo largo de carreteras curvas. Estas localizaciones adicionales se utilizan como geo-localizaciones en el procedimiento de las Figuras 2-2 y 2-3.

En el bloque 214, el procedimiento determina las coordenadas de la geo-localización con relación a la localización del vehículo. Las coordenadas relativas de la geo-localización se etiquetan (X_i, Y_i) y se muestran en la geo-ventana de la Figura 2-3. La longitud de la geo-localización es $X_i = (\text{longitud de la intersección} - \text{longitud del vehículo}) * \text{corrección de la longitud}$. La latitud de la geo-localización es $Y_i = (\text{latitud de la intersección} - \text{latitud del vehículo}) * \text{corrección de la latitud}$. El procedimiento continua en el bloque 216 de decisión en la Figura 2-2.

Tomados en conjunto, los bloques 216, 218 y 220 de decisión exploran en busca de intersecciones que están claramente fuere de los límites de la geo-ventana. Los bloques 216 y 218 de decisión comprueban si las coordenadas relativas están o no más allá de las coordenadas X e Y máximas y mínimas de la geo-ventana. En la geo-ventana mostrada en la Figura 2-3, la coordinada X mínima es X_{w4} , la coordinada X máxima es X_{w2} , la coordinada Y mínima es Y_{w3} y la coordinada Y máxima es Y_{w1} . Si las coordenadas relativas están más allá de las coordinadas X e Y mínimas y máximas de la geo-ventana, el procedimiento se dirige al bloque 242 de decisión puesto que la geo-localización no está dentro de la geo-ventana. De otra manera, el procedimiento continua en el bloque 220 de decisión.

El bloque 220 de decisión comprueba si la geo-localización relativa está menos alejada o no del rumbo del vehículo que un número de grados configurable (por ejemplo, 45 grados). Si el valor absoluto de la diferencia entre la intersección (J en la Figura 2-3) y el rumbo del vehículo (H) es menos que el número de grados configurado, entonces el procedimiento continua en el bloque 222. De otra manera, el procedimiento se dirige al bloque 242 de decisión. Por lo tanto, una geo-localización puede estar dentro de los límites del rectángulo (Figura 2-3) formado por (X_{w1}, Y_{w2}) , (X_{w2}, Y_{w2}) , (X_{w3}, Y_{w3}) y (X_{w4}, Y_{w4}) pero no cumple los requisitos para considerarse dentro de la geo-ventana para activar una solicitud de derecho de prioridad.

En el bloque 222, el procedimiento calcula extensiones de vectores que se utilizan en el cálculo de productos escalares, que se utilizan para determinar si la geo-localización relativa está o no dentro de la geo-ventana. En el bloque 224, un producto escalar delantero (DPF) se calcula como $DPF = (VX1 * AX1) + (VY1 * AY1)$. En el bloque

226, un producto escalar trasero (DPB) se calcula como $DPB = (VX2 * AX2) + (VY2 * AY2)$. En el ejemplo mostrado en la Figura 2-3, el producto escalar delantero (DPF) es la distancia desde 0,0 a la proyección de la geo-localización relativa sobre el vector L. El producto escalar trasero (DPB) es la distancia desde la proyección de la localización relativa de la intersección sobre el vector L a X_m , Y_m .

- 5 En el bloque 228, un producto cruzado CP se calcula como:

$$CP = |(VX1 * AY1) - (AX1 * VY1)| / L$$

El producto cruzado CP representa la distancia desde el vector L a la geo-localización relativa, X_i , Y_i .

10 Bloque 230 de decisión utiliza el producto escalar delantero, el producto escalar trasero y el producto cruzado para determinar si la geo-localización relativa está o no dentro de la geo-ventana. Si el producto cruzado (CP) menor o igual que $\frac{1}{2}$ de la geo-ventana (W) y o bien el producto escalar delantero (DPF) y el producto escalar trasero (DPB) son ambos mayores que o iguales a 0 o al menos uno del valor absoluto del producto escalar delantero (DPF) y el valor absoluto del producto escalar trasero (DPB) es menor o igual a L, entonces la geo-localización relativa se sitúa dentro de la geo-ventana. La comparación del producto cruzado (CP) con W se usa para comprobar si la longitud de CP (véase la Figura 2-3) se extiende o no fuera de o bien el borde X_{w4} , Y_{w4} con X_{w1} , Y_{w1} o del borde X_{w3} , Y_{w3} con X_{w2} , Y_{w2} . Las comparaciones del producto escalar delantero (DPF) y producto escalar trasero (DPB) con el origen y L se utilizan para comprobar si la geo-localización relativa se proyecta sobre L o si la localización de intersección se encuentra más allá de 0,0 o X_m , Y_m . Si la geo-localización está dentro de la geo-ventana, el bloque 230 dirige el procedimiento al bloque 232 de decisión. Se mantiene una lista de pistas para rastrear qué intersecciones se determinaron anteriormente situadas dentro de la geo-ventana y se emitió una solicitud de derecho de prioridad. No es necesario que las solicitudes de derecho de prioridad se emitan de nuevo para dichas intersecciones. Si la geo-localización no está aún en la lista de pistas, en el bloque 234 se añade la geo-localización a la lista de pistas y una solicitud de derecho de prioridad se emite en la intersección. De otra manera, el procedimiento se dirige al bloque 246 de decisión.

25 Si en el bloque 230 de decisión la geo-localización se determina que está fuera de la geo-ventana, el procedimiento continua en el bloque 242 de decisión. El bloque 242 de decisión examina si una geo-localización que ha sido determinada como situada fuera de la geo-ventana está en la lista de pistas. Si es así, en el bloque 244 la geo-localización se elimina de la lista de pistas y se envía un mensaje de quitar preferencia a la intersección. El procedimiento continua en el bloque 246. Si la geo-localización no está en la lista de pistas, el bloque 242 de decisión dirige el procedimiento al bloque 246 de decisión, en el cual se determina si existen o no más geo-localizaciones a procesar. Si hay más geo-localizaciones no consideradas aún con relación a la localización actual del vehículo, el procedimiento vuelve al bloque 212 para repetir la determinación de los límites de la geo-ventana y comprobar si cualquiera de las intersecciones se sitúa o no dentro de los límites. De otra manera, el procedimiento se dirige al bloque 202 para obtener una nueva localización del vehículo y repetir el procedimiento de determinar si cualquiera de las intersecciones se sitúa o no dentro de la geo-ventana a base de la localización cambiada del vehículo.

30 En otra realización, el procedimiento puede considerar geo-ventanas múltiples. Por ejemplo, si una señal de giro se ha activado, una geo-ventana suplementaria puede generarse. La geo-ventana suplementaria se extiende desde una intersección a la que el vehículo se aproxima y en la dirección de la señal de giro. Si una intersección se localiza dentro de los límites de la geo-ventana suplementaria, pueden enviarse solicitudes de derecho de prioridad tanto a la intersección en la geo-ventana principal como a la intersección en la geo-ventana suplementaria. Esta característica se describe adicionalmente en las Figuras 4 y 5.

40 En una realización en la que una geo-ventana suplementaria se genera en respuesta a la activación de una señal de giro y para suponer un posible cambio de dirección, el procedimiento puede incluir adicionalmente realizar una determinación de a cuáles de las intersecciones que están dentro la geo-ventana primaria deberían enviarse solicitudes de derecho de prioridad. Por ejemplo, si existen intersecciones múltiples en la geo-ventana primaria y la señal de giro se activa, el sistema a bordo de vehículo puede descartar la intersección(es) que se encuentra más allá de la intersección más cercana al vehículo. Al descartar una intersección, no se envían solicitudes de derecho de prioridad al controlador de intersección en esa intersección.

50 En otra realización, la geo-ventana puede asumir temporalmente una forma trapezoidal en respuesta al rumbo del vehículo que cambia tal como cuando el vehículo está girando. Esto puede ser beneficioso para situaciones en las que un vehículo de emergencia entra en una calzada desde un parque de bomberos o un aparcamiento, por ejemplo.

55 En respuesta a determinar que la intersección se localiza dentro de la geo-ventana o existiendo una localización que se asocia con una intersección y dentro de los límites de la geo-ventana, la solicitud de derecho de prioridad se transmite a la intersección identificada en el bloque 212. Dependiendo de los requisitos de la aplicación, la solicitud de derecho de prioridad puede transmitirse por medio de una señal de radio de corto alcance o emisor óptico o mediante una red de área amplia o Wi-Fi, por ejemplo.

Para ordenar preferencia a la señal de tráfico deseada, y dado que las solicitudes de derecho de prioridad se transmiten a intersecciones identificadas por el sistema a bordo de vehículo, las solicitudes de derecho de prioridad transmitidas incluyen información que identifica la intersección(es) objetivo. En una realización, esto puede ser un identificador de intersección única o una dirección de red, tal como una dirección IP. Además, la solicitud de derecho

5 de prioridad incluye adicionalmente datos que indican al menos una de fase de señal, rumbo o posición. Los datos de fase de señal, rumbo y posición permiten al controlador de intersección forzar o ampliar a una luz verde en la dirección deseada.

10 La Figura 3-1 es un diagrama de flujo que muestra un procedimiento por el cual la geo-ventana se crea y actualiza a base de la localización, rumbo y velocidad. En una realización, el sistema se configura para hacer el tamaño de la geo-ventana o bien inversamente proporcional a la velocidad del vehículo o directamente proporcional a la velocidad.

15 Configurar el sistema para ajustar el tamaño de la geo-ventana inversamente proporcional a velocidad puede ser útil en escenarios donde el vehículo se para, tal como una parada de autobús, para proporcionar tiempo suficiente a los controladores de intersección en la trayectoria del vehículo para planificar una fase verde ampliada de la señal de tráfico. Cuando se implementa en un vehículo de emergencias, el sistema puede configurarse para ajustar el tamaño de la geo-ventana en proporción directa a la velocidad ya que un vehículo moviéndose rápido puede llegar a una intersección en menos tiempo. El sistema puede configurarse adicionalmente para emplear tanto una longitud máxima como una mínima para la geo-ventana. La longitud mínima permite un número mínimo de intersecciones para situarse dentro de la geo-ventana cuando el vehículo no se mueve y la longitud máxima limita el número de intersecciones que se situarían dentro de la geo-ventana para un vehículo en movimiento rápido.

20 25 Si el sistema se configura para ajustar el tamaño de la geo-ventana en proporción inversa a la velocidad, el bloque 302 de decisión dirige el procedimiento al bloque 304. En el bloque 304, la longitud de la geo-ventana se calcula para ser más grande que la distancia mínima o la distancia mínima - (tiempo máximo * velocidad). El tiempo máximo es un parámetro configurable que es el periodo de tiempo máximo para mirar hacia adelante (el producto del tiempo máximo y velocidad proporciona una distancia para sustraer de la distancia máxima).

30 Si el sistema se configura para ajustar el tamaño de la geo-ventana directamente proporcional a la velocidad, el bloque 306 de decisión dirige el procedimiento al bloque 308. En el bloque 308, la longitud de la geo-ventana se calcula para ser la menor de la distancia máxima o la mínima distancia + (tiempo máximo * velocidad).

35 30 Si el sistema se configura para usar un tamaño fijo de geo-ventana, en el bloque 310, la longitud de la geo-ventana se establece al ajuste de longitud estática. Tanto para geo-ventanas de tamaño dinámico como fijo, la anchura de la ventana es estático, pero puede implementarse como un ajuste que el usuario puede configurar.

Los bloques 312, 314 y 316 determinan las coordenadas cartesianas de las cuatro esquinas de la geo-ventana a base de la longitud de la geo-ventana determinada y el rumbo del vehículo.

40 35 En el bloque 312, el procedimiento determina las coordenadas del punto medio del borde delantero de la geo-ventana utilizando la longitud determinada y el rumbo del vehículo. La Figura 3-2 es un gráfico que muestra el cálculo de las coordenadas del punto medio del borde delantero. Para una geo-ventana rectangular que se extiende desde el vehículo en la dirección de viaje, el borde delantero es el lado que está más lejos del vehículo y el borde trasero es opuesto al borde delantero y es el lado más cercano al vehículo. Los otros dos lados de la geo-ventana generalmente son paralelos al rumbo del vehículo.

45 40 Como se muestra en la Figura 3-2, el punto medio del borde delantero de la geo-ventana se etiqueta con las coordenadas X_m , Y_m . El rumbo, H , se mide desde el eje Y. La coordenada x se calcula como $X_m = \text{longitud} * \text{sen}(H)$ y la coordenada y como $Y_m = \text{longitud} * \text{sen}(90-H)$.

50 45 En el bloque 314, se determina una esquina del borde delantero de la geo-ventana. La Figura 3-3 es un gráfico que muestra el cálculo de una esquina de la geo-ventana. Para facilitar la expresión, la anchura fija de la geo-ventana es $2W$ y $\frac{1}{2}$ de la anchura es W .

La longitud desde el origen de la esquina del borde delantero se calcula como $Z = \sqrt{\text{longitud}^2 + W^2}$ y el ángulo Q se calcula como $\arctan(W/\text{longitud})$. El ángulo $D = H - Q$. Por lo tanto, la coordenada x es $X_{w1} = Z * \text{sen}(D)$ y la coordenada y es $Y_{w1} = Z * \text{cos}(D)$.

55 50 Desde el punto medio del borde delantero y la una equina del borde delantero, se pueden determinar las coordenadas de las otras tres esquinas como se muestra en el bloque 316. La Figura 3-4 es un gráfico que muestra el cálculo de las otras tres esquinas de la geo-ventana.

En otra realización, la orientación de la geo-ventana puede variar de la orientación del vehículo. La orientación del vehículo como se utiliza en el presente documento es la dirección de una línea que se extiende desde la rueda trasera a la rueda delantera del mismo lado del vehículo. Se apreciará que construcciones similares, equivalentes pueden servir para ilustrar la orientación de un vehículo. Cuando el vehículo se mueve a lo largo de una trayectoria lineal, la geo-ventana se orienta paralela al vehículo. Cuando el vehículo cambia su dirección de viaje, tal como

- girando en una intersección o moviéndose a lo largo de una curva, el índice de cambio en el rumbo del vehículo puede utilizarse para orientar la geo-ventana. En vez de orientar la geo-ventana paralela al vehículo cuando el vehículo gira, la geo-ventana se orienta a un grado mayor en la dirección de giro. El grado por el cual la geo-ventana se desvía de la orientación del vehículo puede ser una función del índice de cambio en el rumbo del vehículo. Es decir, para un índice de cambio mayor en el rumbo del vehículo, la diferencia entre la orientación de la geo-ventana y la orientación del vehículo puede ser mayor que la diferencia entre la orientación de la geo-ventana y la orientación del vehículo cuando el índice de cambio en el rumbo del vehículo es una cantidad menor.
- El ejemplo en la Figura 1 muestra orientaciones diferentes de la geo-ventana con relación a la orientación del vehículo. Las geo-ventanas 110 y 112 están orientadas paralelas al vehículo 108. Al moverse por una curva en la carretera, la orientación de la geo-ventana 114 se desvía (no es paralela) de la orientación del vehículo. Para una curva más pronunciada o giro, la desviación puede ser pronunciada. Es decir, la orientación de la geo-ventana está más cerca de ser perpendicular a la orientación del vehículo para mayores índices de cambio de dirección.
- La Figura 4 muestra una geo-ventana 402 primaria y una geo-ventana 404 suplementaria. La geo-ventana 404 suplementaria puede crearse en respuesta a la activación de una señal de giro en el vehículo 406 huésped, por ejemplo. La geo-ventana 402 primaria se genera como se ha descrito anteriormente. Las intersecciones 408 y 410 están dentro de los límites de la geo-ventana 402 primaria y las intersecciones 408 y 412 están dentro del rango de la geo-ventana 404 suplementaria.
- La Figura 5 es un organigrama que muestra un procedimiento para generar una geo-ventana suplementaria. En respuesta a la señal de giro que ha sido encendida, el bloque 502 de decisión dirige el procedimiento al bloque 504. En el bloque 504, se determina la dirección de la señal de giro (izquierda o derecha).
- En el bloque 506, el procedimiento crea una geo-ventana suplementaria. En una realización, el borde trasero de la geo-ventana suplementaria se centra en la intersección más cercana a la que el vehículo se aproxima (intersección 408 en la Figura 4) y la geo-ventana suplementaria se extiende en la dirección de la señal de giro desde la intersección más cercana y perpendicular a la orientación de la geo-ventana primaria. La longitud de la geo-ventana suplementaria puede hacerse igual a la longitud de la geo-ventana primaria. Las coordenadas de las cuatro esquinas de la geo-ventana suplementaria pueden calcularse en una manera similar a la descrita anteriormente para la geo-ventana primaria, con la localización del punto medio del borde trasero de la geo-ventana suplementaria siendo análoga al origen en las Figuras 3-2 - 3-4. En respuesta a la señal de giro que ha sido apagada, la geo-ventana suplementaria se elimina en el bloque 508.
- La Figura 6 es un diagrama de bloque que muestra una disposición de circuito para generar solicitudes de derecho de prioridad a base de localizaciones de intersecciones con relación a geo-ventanas generadas a medida que el vehículo se mueve.
- La circuitería 600 de preferencia incluye un procesador(es) 602, memoria 604, almacenaje 606 para instrucciones de programa y datos 610 de intersección, todos los cuales se acoplan mediante un bus 620. La circuitería de preferencia incluye adicionalmente un receptor 612 de señal de localización, un transmisor 614 e interfaz(es) periférica, que también se acoplan al bus 620. Las interfaz(es) periféricas proporcionan acceso a datos y señales de control desde una señal 628 de giro y velocímetro 630, por ejemplo.
- En una implementación de ejemplo, la circuitería de preferencia se implementa en una computadora en vehículo *Nexcom VTC 6100*. La computadora incluye un procesador, memoria, interfaces periféricas, un bus y almacenaje retentivo para datos y código de programa. En una implementación, el receptor de señal de localización es un receptor *TRIMBLE® Placer Gold Series* y el transmisor es un módem celular *Sierra Wireless GX-400*. Aquellos expertos en la materia reconocerán que pueden configurarse adecuadamente otros productos o circuitería a medida para proporcionar las capacidades descritas en el presente documento.
- El dispositivo de almacenaje 606 se configura con instrucciones 608 de programa que ejecuta el procesador y con datos 610 de intersección. En la ejecución de las instrucciones, el procesador 602 realiza los procedimientos y funciones descritas en el presente documento. Los datos de intersección incluyen datos que identifican las intersecciones y un conjunto de coordenadas de GPS asociadas con cada identificador de intersección. El conjunto de coordenadas de GPS asociadas con una intersección puede identificar una o más localizaciones. Para una de la una o más localizaciones, las coordenadas de GPS identifican la localización de la intersección. Localizaciones adicionales pueden asociarse con un identificador de intersección para compensar las curvas de la carretera como se ha descrito anteriormente. Las coordenadas de GPS de localizaciones adicionales a lo largo de curvas en carreteras pueden asociarse con el identificador de intersección, de tal forma que cuando las coordenadas de cualquiera de esas localizaciones adicionales se sitúen dentro de la geo-ventana, una solicitud de derecho de prioridad se emite a la intersección asociada.
- Puesto que la circuitería de preferencia a bordo de vehículo transmite solicitudes de derecho de prioridad a intersecciones identificadas por el sistema a bordo de vehículo, las solicitudes de derecho de prioridad transmitidas incluyen información que identifica la intersección(es) objetivo. En una realización, este puede ser el mismo identificador que identifica la intersección en los datos 610 de intersección. En otra realización, una dirección de red,

tal como una dirección IP puede enviarse por el transmisor 614 para que la solicitud de derecho de prioridad sea encaminada a y aceptada por el controlador de intersección. Para implementaciones que usan direcciones de red para el controlador de intersección, las direcciones de red pueden almacenarse en asociación con el identificador de intersección en el dispositivo 606 de almacenaje.

- 5 El procesador 602 puede determinar la velocidad del vehículo a partir de los datos de localización y rumbo recibidos desde el receptor de señal de localización. Como alternativa, el procesador puede recibir la velocidad del vehículo desde el velocímetro 630 si está disponible.

10 El procesador recibe información de señal de giro desde el control 628 de señal de giro a través de una interfaz 626 periférica. Los datos de la señal de giro indican activación o desactivación y la dirección del giro. Como se ha descrito anteriormente, la información de señal de giro puede usarse para generar una geo-ventana suplementaria.

La presente invención se considera que se puede aplicar a una variedad de sistemas de control de flujo de tráfico.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de emisión de solicitudes de derecho de prioridad, que comprende:

5 determinar (204), mediante una disposición de circuito a bordo de vehículo, una localización y un rumbo de un vehículo;

determinar (206), mediante la disposición de circuito a bordo de vehículo, los límites de una geo-ventana en respuesta a la localización y rumbo determinados;

10 determinar (232, 242), mediante la disposición de circuito a bordo de vehículo, si una cualquiera de una pluralidad de intersecciones está localizada o no dentro de los límites de la geo-ventana;

en respuesta a la determinación de una de la pluralidad de intersecciones está localizada dentro de los límites de la geo-ventana, transmitir (234) una solicitud de derecho de prioridad desde el vehículo a un controlador de intersección en la una de la pluralidad de intersecciones;

determinar (204) periódicamente un rumbo del vehículo mediante la disposición de circuito a bordo de vehículo; y ajustar (302-316) periódicamente los límites de la geo-ventana en respuesta al rumbo determinado del vehículo.

2. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:

15 determinar si una de una pluralidad de localizaciones que no coinciden con ninguna de la pluralidad de intersecciones está localizada dentro o no de los límites de la geo-ventana, en el que cada localización de la pluralidad de localizaciones está asociada con una de la pluralidad de intersecciones; y

20 en respuesta a la determinación de que al menos una de la pluralidad de localizaciones está localizada dentro de los límites de la geo-ventana, transmitir una solicitud de derecho de prioridad desde el vehículo a un controlador de intersección en la intersección asociada con dicha localización.

3. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:

25 en respuesta a la activación de una señal de giro que indica una dirección, generar una geo-ventana suplementaria que está orientada en la dirección de la señal de giro;

determinar, mediante la disposición de circuito a bordo de vehículo, si una cualquiera de la pluralidad de intersecciones está localizada o no dentro de los límites de la geo-ventana suplementaria;

en respuesta a determinar que otra de la pluralidad de intersecciones está localizada dentro de los límites de la geo-ventana suplementaria, transmitir una solicitud de derecho de prioridad desde el vehículo a un controlador de intersección en la otra de la pluralidad de intersecciones.

30 4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el ajuste periódico de los límites de la geo-ventana incluye definir la geo-ventana con una longitud que se extiende desde el vehículo hacia el rumbo del vehículo y una anchura que es menor que la longitud.

5. El procedimiento de la reivindicación 4, que comprende adicionalmente:

35 determinar periódicamente una velocidad del vehículo mediante la disposición de circuito a bordo de vehículo; y en el que el ajuste periódico de los límites de la geo-ventana incluye adicionalmente definir la longitud de la geo-ventana para que sea inversamente proporcional a la velocidad determinada del vehículo.

6. El procedimiento de la reivindicación 4, que comprende adicionalmente:

determinar periódicamente una velocidad del vehículo mediante la disposición de circuito a bordo de vehículo; y en el que el ajuste periódico de los límites de la geo-ventana incluye adicionalmente definir la longitud de la geo-ventana para que sea proporcional a la velocidad determinada del vehículo.

40 7. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la solicitud de derecho de prioridad incluye datos que identifican al controlador de intersección.

8. El procedimiento de la reivindicación 7, en el que la solicitud de derecho de prioridad incluye adicionalmente datos que indican al menos uno de fase de señal, rumbo o posición.

45 9. Un sistema a bordo de vehículo de emisión de solicitudes de derecho de prioridad de señales de tráfico, que comprende:

50 un receptor (612) configurado y dispuesto para recibir una señal de localización que indica una localización de un vehículo;

un dispositivo (606) de almacenaje configurado con datos que indican datos geográficos que identifican localizaciones de una pluralidad de señales de tráfico;

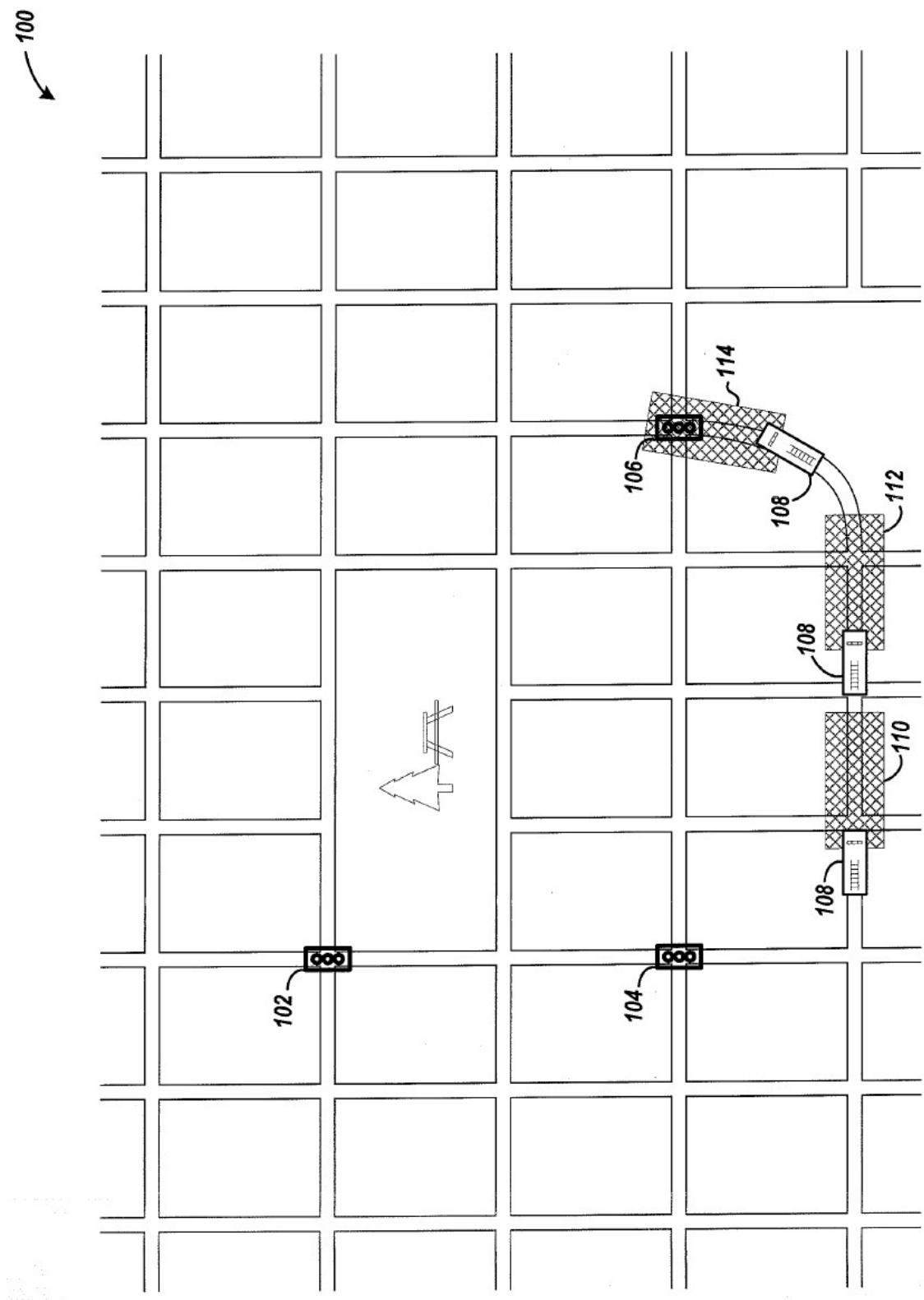
un procesador (602) acoplado al receptor y al dispositivo de almacenaje, en el que el procesador se configura y dispone para:

determinar una localización y un rumbo del vehículo en respuesta a la señal de localización;

generar una representación de una geo-ventana a partir de la localización y rumbo del vehículo;

- 5 determinar a partir de los datos geográficos almacenados si una cualquiera de las señales de tráfico está localizada o no dentro de los límites de la geo-ventana; en respuesta a la determinación de que una de las señales de tráfico está localizada dentro de los límites de la geo-ventana, generar una solicitud de derecho de prioridad; determinar periódicamente un rumbo del vehículo mediante la disposición de circuito a bordo de vehículo; y ajustar periódicamente los límites de la geo-ventana en respuesta al rumbo determinado del vehículo; y un transmisor (614) acoplado al procesador, en el que el transmisor está configurado y dispuesto para transmitir la solicitud de derecho de prioridad a un controlador de intersección de una de las señales de tráfico.
10. El sistema de la reivindicación 9, en el que el procesador está configurado y dispuesto adicionalmente para: determinar si una de una pluralidad de localizaciones que no coinciden con ninguna de la pluralidad de intersecciones está localizada o no dentro de los límites de la geo-ventana, en el que cada localización de la pluralidad de localizaciones está asociada con una de la pluralidad de intersecciones; y en respuesta a la determinación de que al menos una de la pluralidad de localizaciones está localizada dentro de los límites de la geo-ventana, transmitir una solicitud de derecho de prioridad desde el vehículo a un controlador de intersección en la intersección asociada con la una localización.
15. El sistema de la reivindicación 9, en el que el procesador está configurado y dispuesto adicionalmente para: en respuesta a la activación de una señal de giro que indica una dirección, generar una geo-ventana suplementaria que está orientada en la dirección de la señal de giro; determinar mediante la disposición de circuito a bordo de vehículo, si una cualquiera de la pluralidad de intersecciones está localizada o no dentro de los límites de la geo-ventana suplementaria; en respuesta a la determinación de que otra de la pluralidad de intersecciones está localizada dentro de los límites de la geo-ventana suplementaria, transmitir una solicitud de derecho de prioridad desde el vehículo a un controlador de intersección en la otra de la pluralidad de intersecciones.
20. El sistema de la reivindicación 9, en el que el ajuste periódico de los límites de la geo-ventana incluye definir la geo-ventana con una longitud que se extiende desde el vehículo hacia el rumbo del vehículo y una anchura que es menor que la longitud.
25. El sistema de la reivindicación 12, en el que el procesador está configurado y dispuesto adicionalmente para: determinar periódicamente una velocidad del vehículo mediante la disposición de circuito a bordo de vehículo; y en el que el ajuste periódico de los límites de la geo-ventana incluye adicionalmente definir la longitud de la geo-ventana para que sea inversamente proporcional a la velocidad determinada del vehículo.
30. El sistema de la reivindicación 12, en el que el procesador está configurado y dispuesto adicionalmente para: determinar periódicamente una velocidad del vehículo mediante la disposición de circuito a bordo de vehículo; y en el que el ajuste periódico de los límites de la geo-ventana incluye adicionalmente definir la longitud de la geo-ventana para que sea proporcional a la velocidad determinada del vehículo.
35. El sistema de la reivindicación 9, en el que la solicitud de derecho de prioridad incluye datos que identifican al controlador de intersección.
16. El sistema de la reivindicación 15, en el que la solicitud de derecho de prioridad incluye adicionalmente datos que indican al menos uno de una fase de señal, rumbo o posición.

FIG. 1



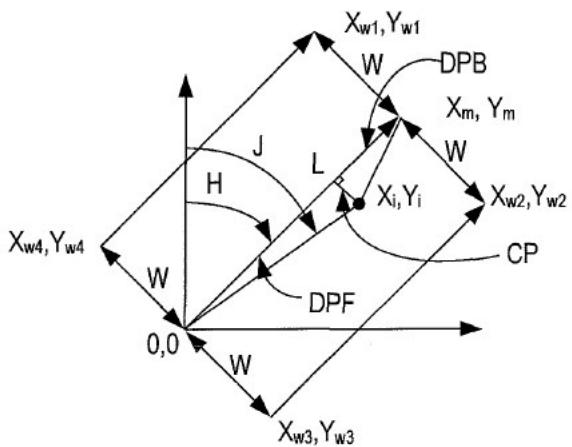
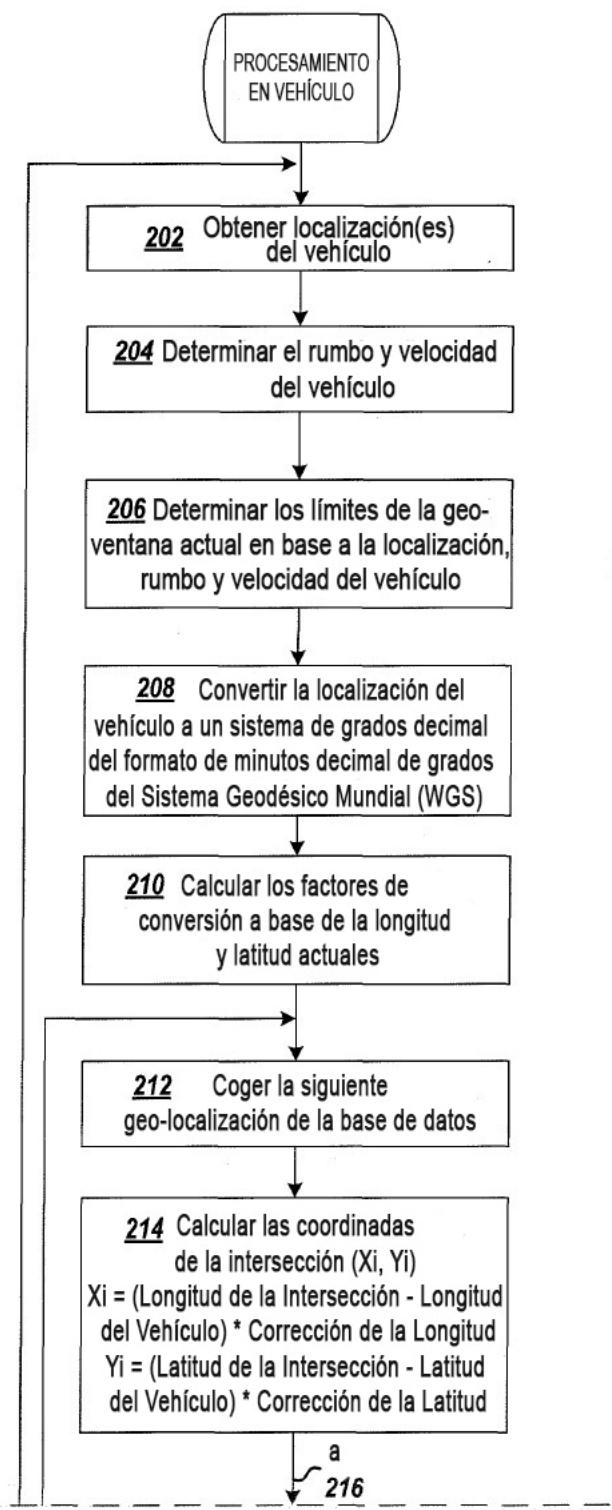


FIG. 2-3

FIG. 2-1

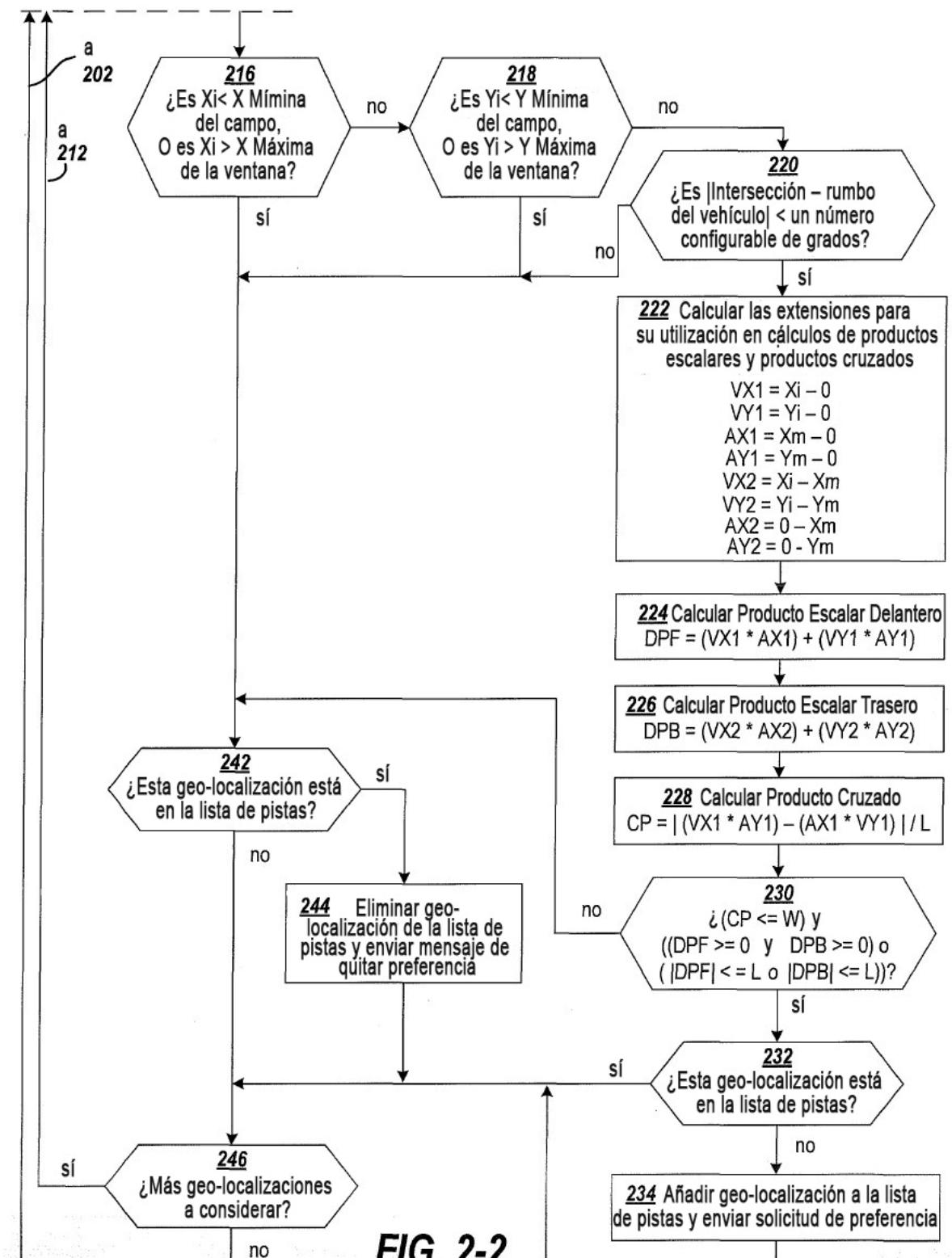


FIG. 2-2

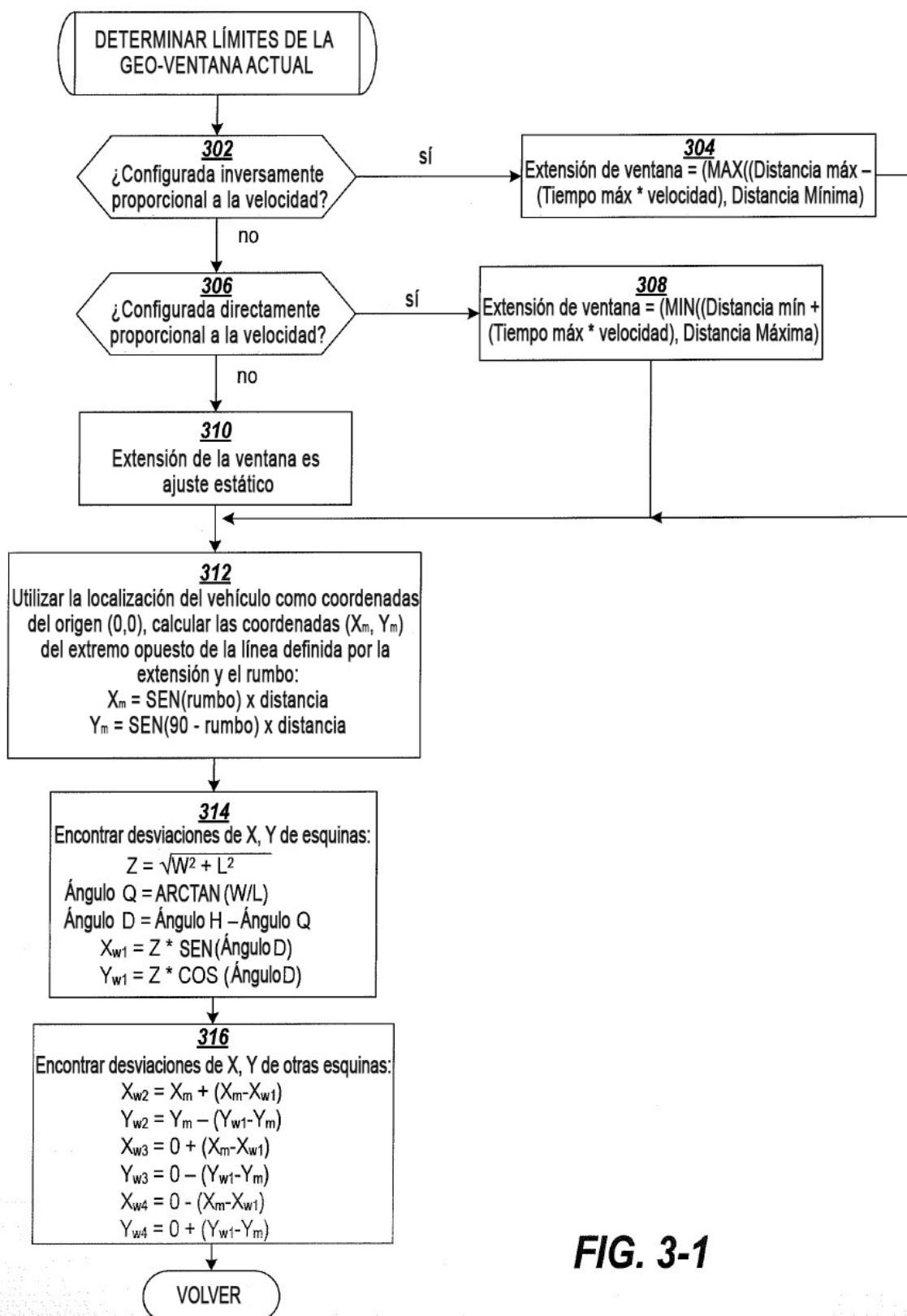


FIG. 3-1

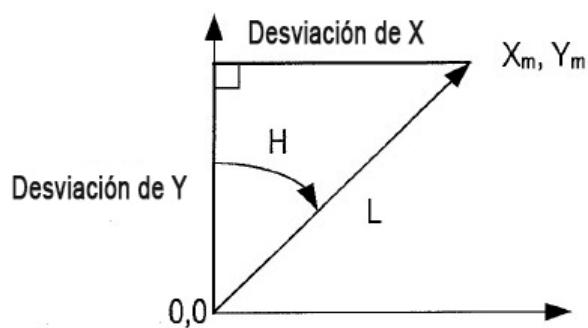


FIG. 3-2

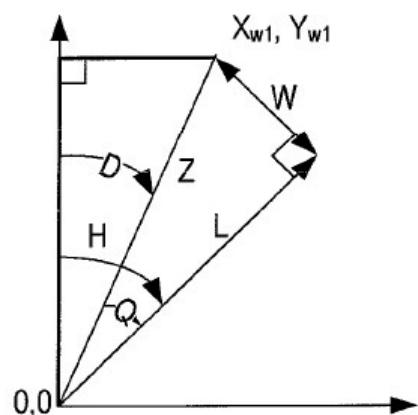


FIG. 3-3

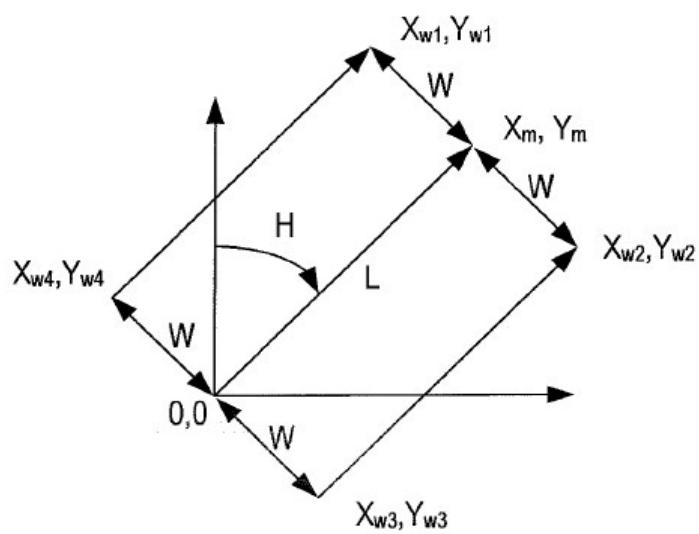


FIG. 3-4

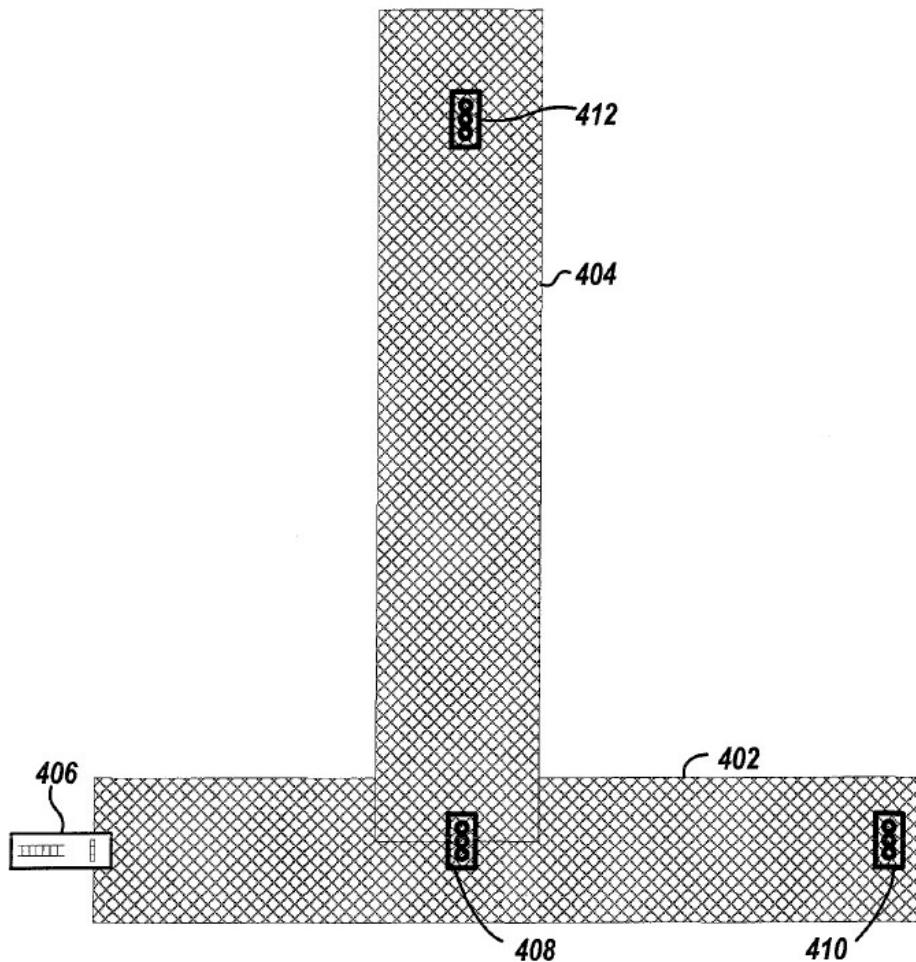


FIG. 4

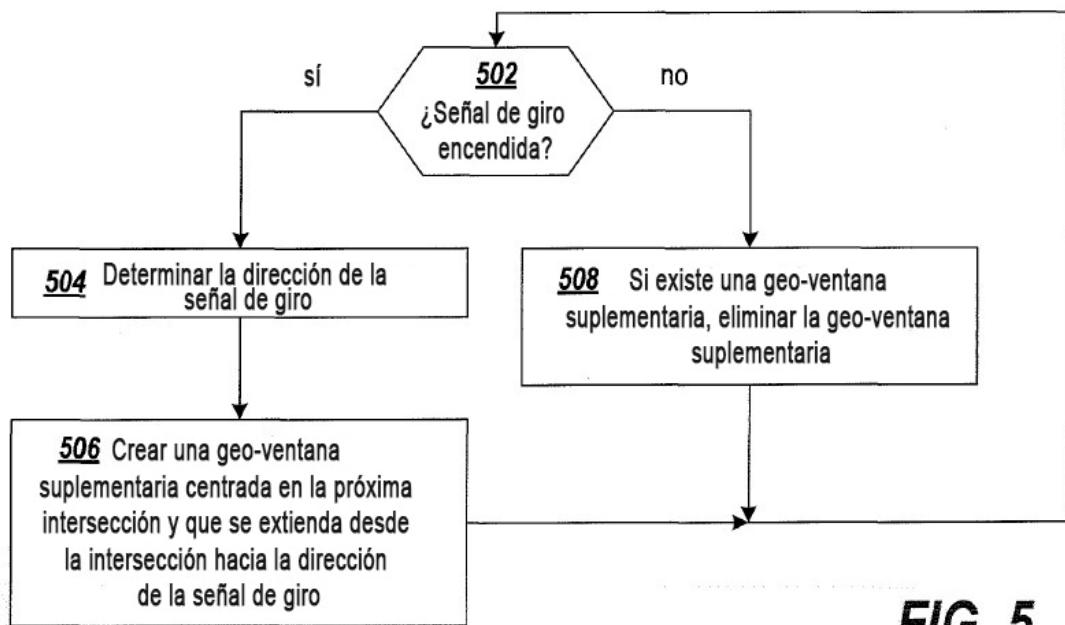


FIG. 5

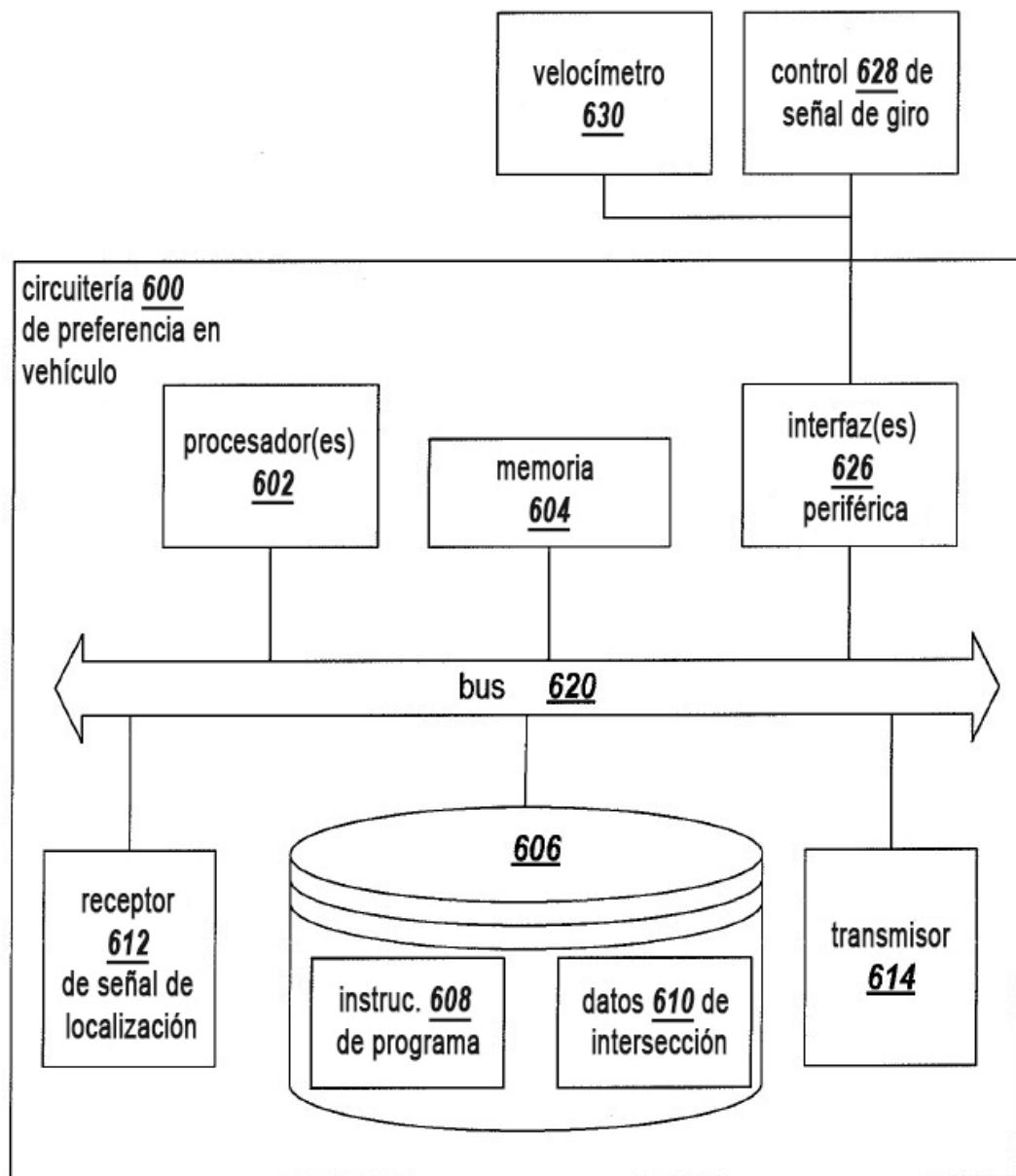


FIG. 6