

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 423 024**

51 Int. Cl.:

**G01C 22/00** (2006.01)

**G07B 15/02** (2011.01)

**G07B 15/06** (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.09.2010 E 10450146 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2013 EP 2431712**

54 Título: **Procedimiento para determinar la longitud del trayecto recorrido por un vehículo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**17.09.2013**

73 Titular/es:

**KAPSCH TRAFFICCOM AG (100.0%)  
Am Europlatz 2  
1120 Wien, AT**

72 Inventor/es:

**KAES, KATHARINA;  
TIJINK, JASJA y  
NAGY, OLIVER**

74 Agente/Representante:

**ZEA CHECA, Bernabé**

**ES 2 423 024 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**

Procedimiento para determinar la longitud del trayecto recorrido por un vehículo

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para determinar la longitud del trayecto recorrido por un vehículo mediante el uso de un dispositivo de medición de posición que registra posiciones del vehículo y mediante el uso de un mapa de carreteras digital que está compuesto de segmentos de carretera de longitudes de segmento conocidas, con los pasos de:

10 registrar posiciones del vehículo en el trayecto mediante el dispositivo de medición de posición, asignar las posiciones registradas del vehículo a una secuencia de segmentos de carretera, y determinar la longitud del trayecto a partir de las longitudes de segmento de estos segmentos de carretera.

15 Un procedimiento de este tipo es conocido, por ejemplo, según el preámbulo de la reivindicación 1, por el documento DE102006027676A1.

20 Por el documento EP1471329A2 es conocido un procedimiento de búsqueda de ruta óptima para la navegación en una red de carreteras, aplicándose en el caso de desviaciones en las rutas, que se van a analizar, factores de ponderación que dependen de la dificultad de desviarse aquí en situaciones reales de la carretera, por ejemplo, del ángulo de desviación y de la relación de anchura de las carreteras en cuestión.

25 La medición del tramo o de la longitud del trayecto recorrido por un vehículo es una de las bases fundamentales para el cálculo de peaje en los modernos sistemas de peaje viario que se basan en mapas digitales. A tal efecto, las posiciones del vehículo determinadas mediante navegación por satélite ("position fixes", posiciones establecidas) se asignan, por ejemplo, mediante "map matching" (cotejo de mapas), a los segmentos de carretera del mapa de carreteras digital y a partir de sus longitudes se determina el tramo recorrido. La invención se basa en el conocimiento de que este procedimiento está sujeta a una inexactitud considerable, ya que se basa en suposiciones idealizadas: Los segmentos de carretera de los mapas de carreteras digitales, disponibles actualmente, representan carreteras reales de una forma lineal idealizada a fin de simplificar y reducir el coste de almacenamiento. Las longitudes de segmento de los segmentos de carretera están definidas aquí en cada caso entre los puntos de intersección de las carreteras reales.

35 Los solicitantes han reconocido que un error de medición significativo se acumula si un vehículo no sigue estos puntos medios de intersección idealizados, sino que aprovecha la anchura real de la carretera y toma en particular curvas interiores o exteriores, pasando por delante de los puntos medios de intersección. La invención crea por primera vez un procedimiento que tiene en cuenta los errores de representación de mapas de carreteras digitales idealizados y sobre la base de estos mapas de carreteras permite determinar la longitud del trayecto con una exactitud mayor que los procedimientos conocidos.

40 A tal efecto, según las reivindicaciones 1 a 12 se calcula para al menos dos segmentos de carretera consecutivos a partir del ángulo entre dos segmentos de carretera consecutivos y una anchura de carretera hipotética de ambos segmentos de carretera la longitud del trayecto de desviación del vehículo de un segmento de carretera a otro segmento de carretera, y la longitud del trayecto se corrige, al determinarse, en función de esta longitud del trayecto de desviación.

45 Partiendo de segmentos de carretera de un mapa de carreteras digital con una forma lineal idealizada, el procedimiento según la invención calcula un modelo realista de red de carreteras al aplicar por primera vez en el cálculo de longitud trayectos de desviación reales en intersecciones de carretera. Como resultado de esto, el trayecto recorrido por un vehículo se puede determinar con una exactitud esencialmente mayor que con los procedimientos conocidos.

50 Una realización particularmente ventajosa de la invención para mapas de carreteras digitales, en los que al menos un segmento de carretera representa una carretera con al menos dos carriles asignados a direcciones de marcha opuestas, se caracteriza porque al calcularse el trayecto de desviación hacia/desde este segmento de carretera se calcula el trayecto de desviación hacia/desde el carril que está asignado a la dirección de marcha del vehículo. Asimismo, otra realización preferida de la invención para mapas de carreteras digitales, en los que al menos un segmento de carretera representa una carretera con al menos dos carriles, de los que al menos un carril está asignado a una dirección de desviación determinada, se caracteriza porque al calcularse el trayecto de desviación hacia/desde este segmento de carretera se calcula el trayecto de desviación hacia/desde el carril que está asignado a la dirección de desviación del vehículo. Por tanto, ambas variantes tienen en cuenta no sólo la posición mutua de los segmentos de carretera, sino adicionalmente también el historial de movimiento ("track") del vehículo para la selección y el cálculo del trayecto de desviación que se va a aplicar entre segmentos de carretera. La determinación de la longitud del trayecto se puede configurar así de manera aún más exacta.

En otra realización de la invención que se caracteriza por un cálculo particularmente rápido, el trayecto de desviación se puede calcular aproximadamente como un polígono. Alternativamente, el trayecto de desviación se puede calcular también como un arco de curva, lo que proporciona una aproximación más exacta a las condiciones reales de la carretera.

5 Si el mapa de carreteras digital contiene datos sobre la anchura de la carretera, estos datos se pueden tomar directamente del mapa de carreteras. Sin embargo, como anchura de carretera se asume preferentemente un valor predefinido, por lo que el procedimiento se puede ejecutar sobre la base de mapas de carreteras convencionales con carreteras digitalizadas de forma lineal.

10 Otra realización particularmente preferida de la invención se caracteriza porque previamente se calculan posibles trayectos de desviación entre segmentos de carretera del mapa de carreteras digital y estos trayectos se almacenan de manera temporal en una tabla, de la que se toma a continuación el respectivo trayecto de desviación que se va a tener en cuenta entre dos segmentos de carretera.

15 Otras posibilidades de aceleración del procedimiento, por ejemplo, para el procesamiento en tiempo real en un OBU, un servidor de facturación de peaje o un servidor de map matching, radican en una o varias de las siguientes medidas preferidas:

20 un trayecto de desviación entre dos segmentos de carretera se calcula y se tiene en cuenta sólo si el ángulo entre estos segmentos supera un valor mínimo predefinido;  
 los trayectos de desviación en el desarrollo del trayecto recorrido se calculan y se tienen en cuenta sólo si estos superan una cantidad mínima predefinida o si su suma supera un valor mínimo predefinido;  
 no se calculan ni se tienen en cuenta trayectos de desviación entre más de dos segmentos de carretera consecutivos, entre los que existen ángulos aproximadamente iguales, pero alternos respecto a su dirección de desviación; y/o  
 los trayectos de desviación se calculan y se tienen en cuenta sólo para segmentos de carretera en determinadas áreas del mapa de carreteras digital, preferentemente sólo en áreas urbanas.

30 La invención se explica detalladamente a continuación por medio de un ejemplo de realización representado en los dibujos adjuntos. En los dibujos muestran:

Fig. 1 por secciones, una red de carreteras que está modelada mediante un mapa de carreteras digital y en la que los vehículos recorren trayectos a modo de ejemplos; y

35 Fig. 2 en detalle, el procedimiento de la invención para determinar las longitudes de los trayectos recorridos en una desviación de la red de carreteras de la figura 1.

La figura 1 muestra un vehículo 1 que se mueve en las carreteras 2-9, a modo de ejemplos, de una red de carreteras 10 representada por secciones. Con la línea de puntos 11 y con la línea gruesa 12 se representan dos posibles trayectos que puede recorrer el vehículo 1 en la red de carreteras 10.

40 El vehículo 1 está equipado con un aparato de vehículo 13 (onboard unit, OBU, unidad de a bordo) que determina continuamente su posición, por ejemplo, con ayuda de la navegación por satélite u otras formas conocidas. Para ilustrar se muestran tres posiciones de vehículo 14 a modo de ejemplos (position fixes). Las posiciones de vehículo 14 son registradas por el aparato de vehículo 13 o son transmitidas por éste a una central (no representada) de un sistema de peaje viario para su registro.

45 La red de carreteras 10 está modelada mediante un mapa de carreteras digital 15, por ejemplo, en el OBU 13, en la central mencionada o en un servidor de map matching del sistema de peaje viario. El mapa de carreteras digital 15 comprende segmentos de carreteras lineales  $s_2$ - $s_9$  (véase las líneas de trazos y puntos) que están asignados respectivamente a las carreteras 2-9 y representan estas carreteras de una forma lineal idealizada. Se entiende que los trazados curvos de las carreteras se pueden representar mediante una secuencia de tipo línea poligonal de segmentos de carretera, como muestran los segmentos de carretera  $s_4$  y  $s_5$ .

50 Los segmentos de carretera  $s_2$ - $s_9$  están definidos en el mapa de carreteras digital 15 respectivamente entre los puntos medios de conexión o intersección  $m_{2,7,8}$ ,  $m_{8,9,6}$ ,  $m_{2,3}$ ,  $m_{3,6,4}$ ,  $m_{4,5}$ , etc., de las carreteras colindantes, es decir, sin tenerse en cuenta la anchura  $b$  de las carreteras 2-9. Por tanto, el tramo (longitud del trayecto) recorrido por el vehículo 1, por ejemplo, en el trayecto 11, se diferencia en realidad de la mera suma de las longitudes de segmento de los segmentos de carretera transitados  $s_9$ ,  $s_8$ ,  $s_2$ ,  $s_3$ ,  $s_4$  y  $s_5$ , como se puede observar en la figura 1. El comportamiento es igual en el trayecto de vuelta 12 a modo de ejemplo.

60 En el caso de carreteras de dos carriles, como aparecen representadas en las figuras 1 y 2, la diferencia entre la longitud del trayecto 11 ó 12 y la longitud de los segmentos de carretera  $s_9$ ,  $s_8$ ,  $s_2$ ,  $s_3$ ,  $s_4$  y  $s_5$  no depende sólo de los

trayectos de desviación del vehículo 1 al girar de un segmento de carretera al próximo, sino también de la dirección de marcha del vehículo 1, porque los carriles individuales 16-19 de las carreteras 2-9 pueden estar asignados a determinadas direcciones de marcha y/o desviación 20. Esto se muestra detalladamente en la figura 2 por medio de la intersección  $m_{2,3}$  a modo de ejemplo de las carreteras 2, 3 y sus segmentos de carretera  $s_2, s_3$ .

La longitud  $L'$ , determinada a partir del mapa de carreteras digital 15, del trayecto recorrido al girarse de la carretera 2 a la carretera 3 sería

$$L' = l_2 + l_3$$

donde

$l_2$  es la longitud de segmento del segmento de carretera  $s_2$  del mapa de carreteras digital 15 para la carretera 2 y  $l_3$  es la longitud de segmento del segmento de carretera  $s_3$  del mapa de carreteras digital 15 para la carretera 3.

Al tenerse en cuenta una anchura hipotética  $b \neq 0$  de las carreteras 2, 3, por ejemplo, 6 m, y un ángulo  $\alpha \neq 0$  entre las dos carreteras 2, 3 o segmentos de carretera  $l_2$  y  $l_3$ , la longitud  $L'$  se ha de corregir en el respectivo trayecto de desviación  $A$  del vehículo 1, por ejemplo, al girarse de la carretera 2 a la carretera 3, es decir, la longitud verdadera o real  $L$  se puede fijar como

$$L_{corr} = l_2 + l_3 + A$$

donde

$A$  es la longitud del trayecto de desviación como término de corrección, es decir, positivo en carriles 16, 19 en el exterior de la curva y negativo en carriles 17, 18 en el interior de la curva.

Si el trayecto de desviación  $A$  se aproxima, por ejemplo, como arco circular, ambas carreteras 2, 3 tienen la misma anchura  $b$  y el ángulo  $\alpha$  es, por ejemplo, de  $90^\circ$ , entonces el trayecto de desviación  $A$  en la "curva interior" es

$$A = \frac{\pi}{8} b - b$$

y en la "curva exterior" es

$$A = \frac{\pi}{8} b$$

Si las carreteras 2, 3 no tienen la misma anchura predefinida  $b$ , por ejemplo, si esta anchura se puede tomar por separado del mapa de carreteras digital 15 para cada segmento de carretera  $s_2, s_3$  o para determinados tipos de segmentos de carretera, como carreteras nacionales, carreteras principales y secundarias, el trayecto de desviación  $A$  se puede aproximar, por ejemplo, como arco elíptico. Para los trayectos de aproximación  $A$  se pueden asumir y tener en cuenta también otros tipos de aproximaciones como arco de curva, por ejemplo, radios de dirección típicos de vehículos.

En realizaciones simplificadas, el trayecto de desviación  $A$  se podría aproximar también meramente mediante una línea poligonal, por ejemplo, mediante la diagonal  $d$  mostrada. En caso de un ángulo  $\alpha = 90^\circ$  y una anchura de carretera constante  $b$  para la curva interior (-) o la curva exterior (+), el trayecto de desviación  $A$  sería

$$A = \left( \frac{1 - \sqrt{2}}{2\sqrt{2}} \pm \frac{1}{2} \right) b$$

Para ángulos de desviación  $\alpha$  distintos de  $90^\circ$ , el trayecto de desviación  $A$  se puede calcular de manera análoga por trigonometría correspondiente.

Como muestran las figuras 1 y 2, en particular en carreteras de varios carriles, en las que los carriles 16-19 están asignados respectivamente a una dirección de marcha determinada 20, el trayecto de desviación  $A$  depende de la respectiva dirección de marcha 20 del vehículo 1. Asimismo, se puede tener en cuenta un trayecto de desviación correspondiente  $A$  en carreteras 21 con varios carriles 22, 23 en la misma dirección de marcha, de los que, por

ejemplo, un carril 23 está asignado a una dirección de desviación determinada, en este caso el carril 23 para girar a la izquierda hacia el carril 18.

5 En principio se pueden calcular previamente también todos los trayectos de desviación A que son posibles en una red de carreteras 10 entre carreteras 2-9, es decir, segmentos de carreteras  $s_2-s_9$  del mapa de carreteras digital 15, y almacenar en una tabla de una base de datos del OBU, del servidor de facturación de peaje y/o de un servidor de map matching. Tal tabla se puede añadir, por ejemplo, al mapa de carreteras digital 15 e incluso distribuir con este mapa. Al determinarse la longitud de trayecto L, los trayectos de desviación A, que se van a aplicar entre estos segmentos, se pueden extraer de la tabla precalculada en base a los segmentos de carretera  $s_2-s_9$  usados por el  
10 vehículo 1 y se pueden tomar en consideración.

Otras posibilidades opcionales para una aceleración o simplificación del procedimiento en realizaciones offline u online ("en tiempo real") consisten en que

- 15 - un trayecto de desviación A entre dos segmentos de carretera  $s_2-s_9$  se calcula y se tiene en cuenta sólo si el ángulo  $\alpha$  entre estos segmentos supera un valor mínimo predefinido; y/o
- los trayectos de desviación A en el desarrollo del trayecto recorrido 11, 12 se calculan y se tienen en cuenta sólo si estos superan una cantidad mínima predefinida o si su suma supera un valor mínimo predefinido; y/o
- 20 - no se calculan ni se tienen en cuenta trayectos de desviación A entre más de dos segmentos de carretera consecutivos  $s_2-s_9$ , entre los que existen ángulos  $\alpha$  aproximadamente iguales, pero alternos respecto a su dirección de desviación; y/o
- los trayectos de desviación A se calculan y se tienen en cuenta sólo para segmentos de carretera  $s_2-s_9$  en determinadas áreas del mapa de carreteras digital 15, preferentemente sólo en áreas urbanas.

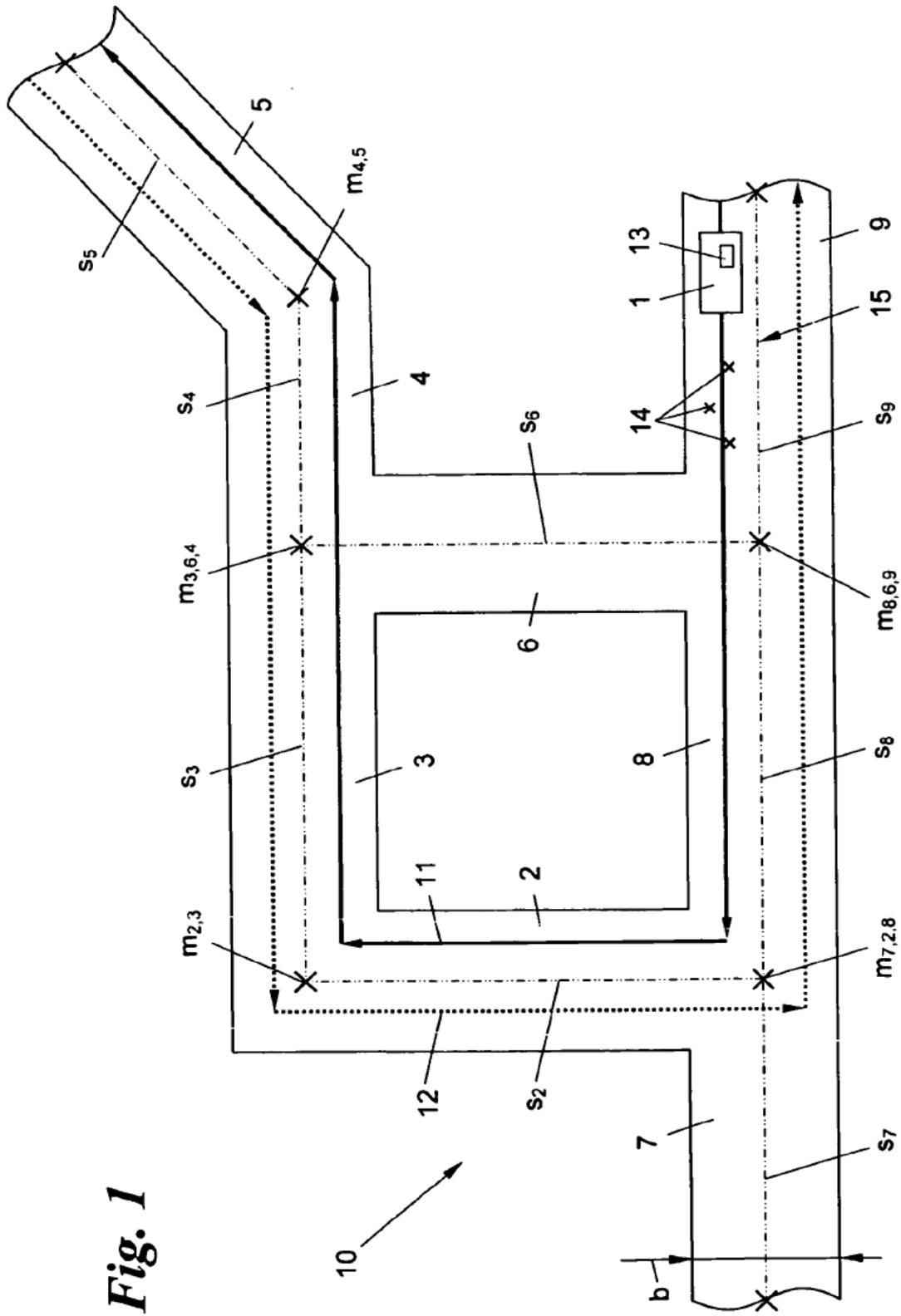
25 El procedimiento descrito para determinar la longitud del trayecto se puede aplicar en cualquier punto de procesamiento adecuado de un sistema de peaje viario, por ejemplo, en OBUs que disponen de un mapa de carreteras almacenado propio 15 y que determinan a partir de este mapa la longitud L del trayecto recorrido, o se puede aplicar en servidores centrales de facturación de peaje que reciben de los OBUs datos de posición brutos (position fixes o tracks) y los asignan a un mapa de carreteras digital 15 (map matching); o se pueden aplicar en  
30 granjas de servidores separadas de map matching que ejecutan para los OBUs o las centrales de peaje el map matching que requiere una gran capacidad de cálculo.

Por consiguiente, la invención no está limitada a las realizaciones representadas, sino que abarca todas las variantes y modificaciones que entran en el marco de las reivindicaciones adjuntas.

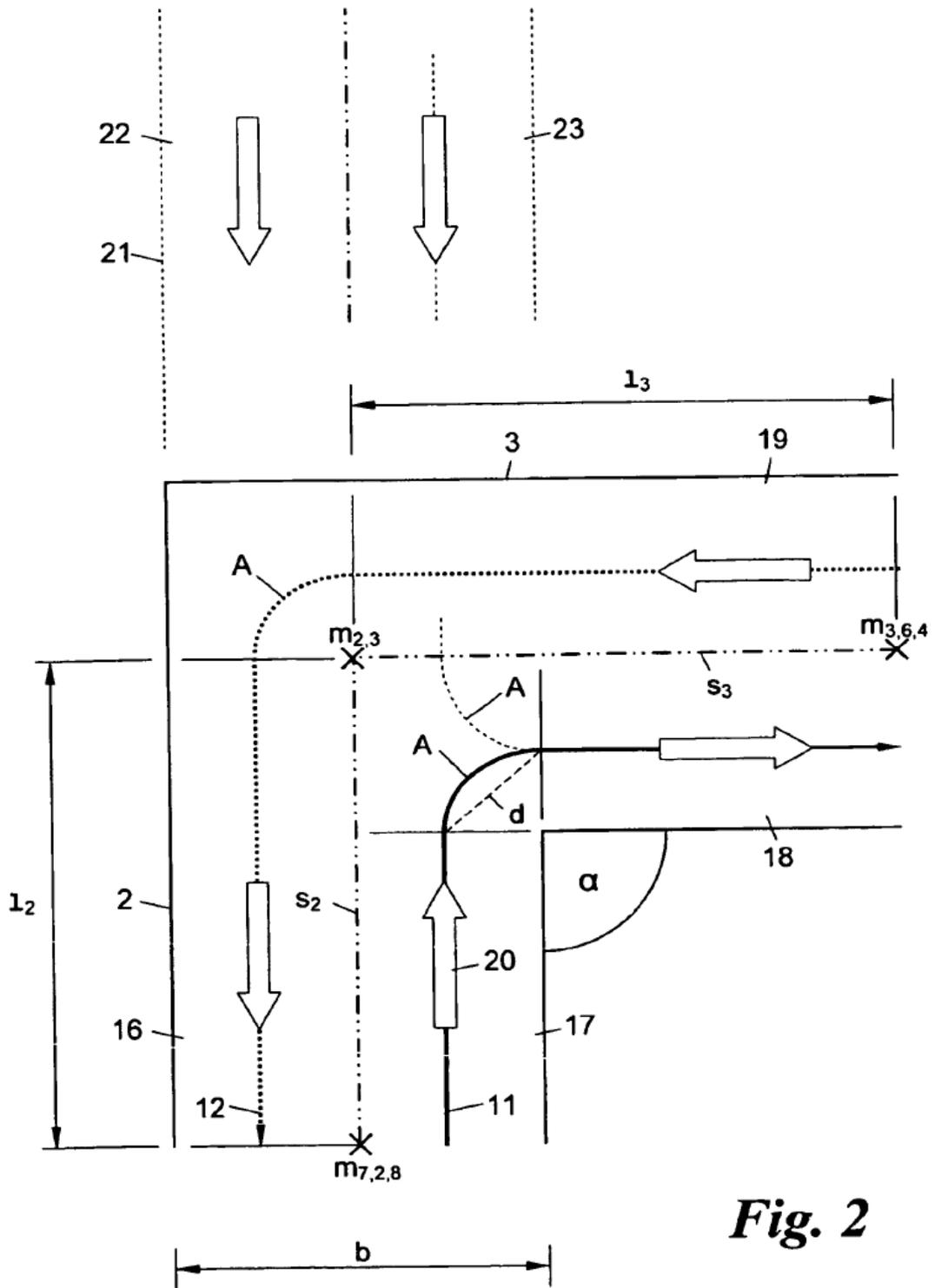
35

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para determinar la longitud (L) del trayecto (11, 12), recorrido por un vehículo (1), mediante el uso de un dispositivo de medición de posición (13) que registra posiciones (14) del vehículo (1) y mediante el uso de un mapa de carreteras digital (15) que está compuesto de segmentos de carretera ( $s_2-s_9$ ) de longitudes de segmento conocidas ( $l_2, l_3$ ), con los pasos de:
- 5 registrar posiciones (14) del vehículo (1) durante el trayecto (11, 12) mediante el dispositivo de medición de posición (13),  
 10 asignar las posiciones registradas (14) del vehículo a una secuencia de segmentos de carretera ( $s_2-s_9$ ), y determinar la longitud (L) del trayecto a partir de las longitudes de segmento ( $l_2, l_3$ ) de estos segmentos de carretera ( $s_2-s_9$ ),  
**caracterizado porque** para al menos dos segmentos de carretera consecutivos se calcula, a partir del ángulo ( $\alpha$ ) entre dos segmentos de carretera consecutivos ( $s_2-s_9$ ) y una anchura de carretera hipotética (b) de ambos segmentos de carretera ( $s_2-s_9$ ), la longitud del trayecto de desviación (A) del vehículo (1) de un segmento de carretera a otro segmento de carretera, y la longitud (L) del trayecto se corrige, durante su determinación, en función de esta longitud del trayecto de desviación (A).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que al menos un segmento de carretera ( $s_2-s_9$ ) del mapa de carreteras digital (15) representa una carretera (2-9) con al menos dos carriles (16-19) asignados a direcciones de marcha opuestas (20), **caracterizado porque** al calcularse el trayecto de desviación (A) hacia/desde este segmento de carretera ( $s_2-s_9$ ) se calcula el trayecto de desviación (A) hacia/desde el carril (16-19) que está asignado a la dirección de marcha (20) del vehículo (1).
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el que al menos un segmento de carretera ( $s_2-s_9$ ) del mapa de carreteras digital (15) representa una carretera (21) con al menos dos carriles (22, 23), de los que al menos un carril (23) está asignado a una dirección de desviación determinada, **caracterizado porque** al calcularse el trayecto de desviación (A) hacia/desde este segmento de carretera ( $s_2-s_9$ ) se calcula el trayecto de desviación (A) hacia/desde el carril (23) que está asignado a la dirección de desviación del vehículo (1).
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** el trayecto de desviación (A) se calcula como línea poligonal.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** el trayecto de desviación (A) se calcula como arco de curva.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** la mencionada anchura de carretera hipotética (b) se toma del mapa de carreteras digital (15).
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** como anchura de carretera (b) se asume un valor predefinido.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** se calculan posibles trayectos de desviación (A) entre segmentos de carretera ( $s_2-s_9$ ) del mapa de carreteras digital (15) de forma previa y se almacenan de manera temporal en una tabla, de la que se toma a continuación el respectivo trayecto de desviación (A) que se va a tener en cuenta entre dos segmentos de carretera.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** un trayecto de desviación (A) entre dos segmentos de carretera ( $s_2-s_9$ ) se calcula y se tiene en cuenta sólo si el ángulo ( $\alpha$ ) entre segmentos supera un valor mínimo predefinido.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado porque** los trayectos de desviación (A) en el desarrollo del trayecto recorrido (11, 12) se calculan y se tienen en cuenta sólo si superan una cantidad mínima predefinida o si su suma supera un valor mínimo predefinido.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado porque** no se calculan ni se tienen en cuenta trayectos de desviación (A) entre más de dos segmentos de carretera consecutivos ( $s_2-s_9$ ), entre los que existen ángulos ( $\alpha$ ) aproximadamente iguales, pero alternos respecto a su dirección de desviación.
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado porque** los trayectos de desviación (A) se calculan y se tienen en cuenta sólo para segmentos de carretera ( $s_2-s_9$ ) en determinadas áreas del mapa de carreteras digital (15), preferentemente sólo en áreas urbanas.



**Fig. 1**



**Fig. 2**

**REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN**

5 *Esta lista de referencias citadas por el solicitante es únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de la patente europea. A pesar del cuidado tenido en la recopilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO niega toda responsabilidad en este sentido.*

**Documentos de patente citados en la descripción**

10 • DE102006027676A1 [0002] • EP1471329A2 [0003]