



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 279 335**

(51) Int. Cl.:

G01S 13/76 (2006.01)

G01C 21/00 (2006.01)

G01C 22/00 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **04425736 .8**

(86) Fecha de presentación : **01.10.2004**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1643267**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **05.04.2006**

(54) Título: **Método para determinar la posición de un vehículo con respecto a otro vehículo, especialmente para vehículos de motor.**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.08.2007

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.08.2007

(73) Titular/es:
C.R.F. SOCIETA' CONSORTILE PER AZIONI
Strada Torino, 50
10043 Orbassano, TO, IT

(72) Inventor/es: **Burzio, Gianfranco**

(74) Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

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

Método para determinar la posición de un vehículo con respecto a otro vehículo, especialmente para vehículos de motor.

La presente invención se refiere a un método para determinar la posición de un vehículo con respecto a otro vehículo, especialmente para vehículos de motor.

Como es sabido, se ha propuesto métodos para determinar la posición de un vehículo con respecto a otro vehículo, que utilizan tecnologías de tipo radar, o un equipo localización por satélite. El uso del radar para aplicaciones en el campo de la automoción presenta elevados costes, y un rendimiento no siempre adecuado. En cambio, salvo que se utilice sistemas costosos, la localización por satélite de es incapaz de conseguir la precisión necesaria para las aplicaciones que tienen el objeto de determinar la posición de un vehículo con respecto a otro vehículo.

El propósito de la presente invención es proporcionar un método para determinar la posición de un vehículo con respecto a otro vehículo, en concreto para vehículos de motor, método que será extremadamente simple y no necesitará tecnologías complejas para su implementación.

El propósito anterior es conseguido mediante la presente invención, por cuanto que esta se refiere a un método para determinar la posición de un vehículo con respecto a otro vehículo, caracterizado porque comprende las etapas de:

- calcular la distancia d_0 entre un primer y un segundo vehículo, en el instante T_0 ;
- medir el desplazamiento del primer vehículo con respecto a un sistema de referencia que tiene su origen en el punto en que está localizado el primer vehículo en el instante T_0 , mediante detectar la posición x_{r1} , y_{r1} , z_{r1} del vehículo en un instante T_1 ;
- medir el desplazamiento del segundo vehículo con respecto a un sistema de referencia que tiene su origen en el punto en que el segundo vehículo está localizado en el instante T_0 , mediante detectar la posición x_{s1} , y_{s1} , z_{s1} del vehículo en el instante T_1 ;
- calcular la distancia d_1 entre el primer vehículo y el segundo vehículo, en el instante T_1 ;
- medir el desplazamiento del primer vehículo con respecto al sistema de referencia, con su origen en un punto en que el primer vehículo está localizado en el instante T_0 , mediante detectar la posición x_{r2} , y_{r2} , z_{r2} del vehículo en el instante T_2 ;
- medir el desplazamiento del segundo vehículo con respecto al sistema de referencia que tiene su origen en el punto en que está localizado el segundo vehículo en el instante T_0 , mediante detectar la posición x_{s2} , y_{s2} , z_{s2} del vehículo en el instante T_2 ; y
- calcular la distancia d_2 entre el primer vehículo y el segundo vehículo en el instante T_2 , y utilizar la información relativa a las distancias y las posiciones, para determinar la posición de un vehículo con respecto al otro vehículo.

Se ilustrará ahora la invención, con referencia concreta a las láminas adjuntas de dibujos, que representan una realización preferida, no limitativa, de aquella, y en los cuales:

- la figura 1 es una ilustración esquemática, de un sistema para determinar la posición de vehículos, en concreto vehículos de motor, que utiliza el método acorde con la presente invención,
- las figuras 2a y 2b ilustran etapas del método acorde con la presente invención, relativas al cálculo de la posición, entre dos vehículos, de un vehículo con respecto al otro;
- la figura 3 ilustra el método utilizado en la presente invención, para el cálculo de la distancia entre los vehículos;
- la figura 4 muestra un sistema de referencia, en el que se da las cantidades que describen un desplazamiento de un vehículo; y
- la figura 5 ilustra consideraciones de naturaleza geométrica, en base a las cuales se calcula la posición de un vehículo con respecto al otro, utilizando el método acorde con la presente invención, a través de las medidas de las distancias y de los desplazamientos.

En la figura 1 hay un sistema, designado como un todo por el número 1, para determinar la posición de un vehículo con respecto a otro vehículo, que utiliza el método acorde con la presente invención.

En el ejemplo ilustrado - por simplicidad en la descripción - se muestra dos vehículos; en cualquier caso, es claro como funciona el mencionado sistema con cualquier número de vehículos.

ES 2 279 335 T3

En concreto, el sistema 1 comprende una unidad electrónica 2a colocada a bordo de un primer vehículo 3 (en concreto un vehículo de motor), y una unidad electrónica 2b colocada a bordo de un segundo vehículo 4 (en concreto un vehículo de motor).

5 Cada unidad electrónica 2a, 2b está provista con un sistema de comunicación por radio de corto alcance 5a, 5b (de tipo conocido), diseñado para transmitir de forma continua una señal de reconocimiento de un tipo predeterminado, y diseñado para reconocer la mencionada señal de referencia cuando es transmitida por otro vehículo.

10 Las figuras 2a y 2b ilustran las etapas del método acorde con la presente invención, relativas al cálculo de la posición de un vehículo con respecto al otro.

Inicialmente, la unidad electrónica 2a del primer vehículo envía una señal de identificación (bloque 100) por medio del sistema de comunicación por radio de corto alcance 5a, que utiliza un canal de comunicación apropiado, y a la vez se dispone a sí mismo en estado de espera, para señales equivalentes que lleguen en respuesta, procedentes del sistema de comunicación de corto alcance del otro vehículo. Este procedimiento puede ser iniciado también entre una serie de pares de vehículos, simultáneamente.

15 En el momento en que un segundo vehículo recibe la mencionada señal de identificación (bloque 110), comienza un procedimiento de reconocimiento (bloque 120) diseñado para verificar si el primer vehículo ya ha sido localizado previamente.

Si el vehículo ya ha sido identificado, el procedimiento de localización se interrumpe. En cambio, si el vehículo no ha sido identificado aún el segundo vehículo envía una señal de identificación (bloque 130) al primer vehículo el cual, en el caso en que la señal de identificación del segundo vehículo haya sido recibida (bloque 140), envía una solicitud de sincronización al segundo vehículo (bloque 150), para la ejecución de una primera medida de distancia y desplazamiento.

20 En el caso en que la señal de identificación enviada por el segundo vehículo no ha sido recibida, el primer vehículo reinicia el procedimiento de identificación (bloque 100, 140).

30 Tras el reconocimiento de la señal de sincronización en el lado del segundo vehículo (bloque 160), se transmite una señal indicando que se ha producido tal sincronización (salida SÍ desde el bloque 160), y el bloque 160 es seguido por un bloque 170, que calcula (con las modalidades que serán clarificadas en lo que sigue) la distancia d_0 entre los dos vehículos, en el instante de sincronización T_0 . El valor medido de la distancia d_0 es almacenado.

35 En el caso en que la señal de sincronización no ha sido reconocida (salida NO desde el bloque 160), el mencionado bloque es seguido por el bloque 150, que repite el intento de sincronización.

40 Tras la sincronización, el primer vehículo (bloque 180) comienza a medir su propio desplazamiento tridimensional x_{r1} , y_{r1} , z_{r1} , con respecto a un sistema de referencia cartesiano que tiene su origen en el punto en que está localizado el primer vehículo en el instante de sincronización T_0 , con el eje X orientado hacia el norte, y el eje Y orientado hacia el oeste. Tal como se explicará con mayor claridad en lo que sigue, para ser capaz de llevar a cabo la medida del desplazamiento, el vehículo está provisto con una brújula, un odómetro y un inclinómetro. Simultáneamente con las operaciones del bloque 180, el segundo vehículo (bloque 190) comienza a medir su propio desplazamiento tridimensional x_{s1} , y_{s1} , z_{s1} con respecto a un sistema de referencia cartesiano que tiene su origen en el punto en que está localizado el segundo vehículo, en el instante de sincronización T_0 , con el eje X orientado hacia el norte y el eje Y orientado hacia el oeste.

45 También en este caso, para ser capaz de llevar a cabo la medida del desplazamiento, el vehículo debe estar provisto con una brújula, un odómetro y un inclinómetro.

50 Por consiguiente, los dos sistemas de referencia tienen cada uno ejes X, Y y Z, que son respectivamente paralelos; es decir, los dos sistemas de referencia tienen la misma orientación.

55 La medida del desplazamiento se lleva a cabo por los dos vehículos, para un intervalo de tiempo predeterminado $T_1 - T_0$, y en el instante T_1 son leídos y almacenados los valores medidos de desplazamiento x_{r1} , y_{r1} , z_{r1} y x_{s1} , y_{s1} , z_{s1} . Así, se detecta las posiciones x_{r1} , y_{r1} , z_{r1} y x_{s1} , y_{s1} , z_{s1} de los vehículos en el instante T_1 .

60 Al término de las operaciones de los bloques 180, 190, el primer vehículo envía al segundo vehículo una segunda solicitud de sincronización (bloque 200), para poder llevar a cabo un segundo cálculo de la distancia d_1 en el instante T_1 .

Después de que se ha sincronizado con el segundo vehículo (bloque 210), el primer vehículo calcula la distancia d_1 entre los vehículos, en el instante T_1 (bloque 220). El valor medido de la distancia d_1 es almacenado.

65 El bloque 220 se sigue por un bloque 230, que lleva a cabo la medida del desplazamiento tridimensional x_{r2} , y_{r2} , z_{r2} del primer vehículo, con respecto al sistema de referencia cartesiano, que de nuevo tiene su origen en el punto en

ES 2 279 335 T3

que está localizado el primer vehículo en el instante de sincronización T_0 .

Simultáneamente a las operaciones del bloque 230, el segundo vehículo (bloque 240) mide su propio desplazamiento tridimensional x_{s2} , y_{s2} , z_{s2} con respecto al sistema de referencia cartesiano, que de nuevo tiene su origen en el punto en que está localizado el segundo vehículo en el instante T_0 .

La medida del desplazamiento es llevada a cabo por los dos vehículos para un intervalo de tiempo predeterminado $T_2 - T_0$, y en el instante T_2 son leídos y almacenados los valores del desplazamiento x_{r2} , y_{r2} , z_{r2} medidos. Así, se detecta las posiciones x_{r2} , y_{r2} , z_{r2} y x_{s2} , y_{s2} , z_{s2} de los vehículos en el instante T_2 .

Los bloques 230, 240 están seguidos por un bloque 250, que lleva a cabo el cálculo de la distancia d_2 entre los dos vehículos en el instante T_2 . También en este caso, es almacenado el valor calculado de la distancia d_2 .

El bloque 250 está seguido por un bloque 270, que pregunta al segundo vehículo los resultados de los cálculos realizados en las medidas previas (bloque 260), es decir las posiciones x_{s1} , y_{s1} , z_{s1} y x_{s2} , y_{s2} , z_{s2} .

Los mencionados resultados son transmitidos por un bloque 270. Tras la recepción de los resultados, un bloque 280 calcula la posición de cada vehículo con respecto al otro, de acuerdo con las tres distancias medidas d_0 , d_1 y d_2 , y las posiciones x_{r1} , y_{r1} , z_{r1} , x_{r2} , y_{r2} , z_{r2} , x_{s1} , y_{s1} , z_{s1} y x_{s2} , y_{s2} , z_{s2} detectadas en los instantes T_1 y T_2 . En concreto, en el ejemplo preferido de la realización, se ha resuelto un sistema de ecuaciones del tipo

$$x^2 + y^2 + z^2 = d_0^2$$

$$(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 + (z - z_1)^2 = d_1^2$$

$$(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 + (z - z_2)^2 = d_2^2$$

donde:

$$x_1 = x_{r1} - x_{s1} \quad x_2 = x_{r2} - x_{s2}$$

$$y_1 = y_{r1} - y_{s1} \quad y_2 = y_{r2} - y_{s2}$$

$$z_1 = z_{r1} - z_{s1} \quad z_2 = z_{r2} - z_{s2}$$

que proporcionan como resultado los valores x , y y z , que representan, en el sistema de referencia del primer vehículo, la posición del segundo vehículo con respecto al primer vehículo en el instante T_0 .

La solución del mencionado sistema de ecuaciones (es decir, la posición de cada vehículo con respecto al otro) es enviada después por el primer vehículo al segundo vehículo (bloque 290) que, después de recibirla, la almacena (bloque 295).

En la figura 3 ilustra las operaciones llevadas a cabo en la presente invención, para el cálculo de la distancia entre los dos vehículos.

Inicialmente, cada unidad electrónica 2a, 2b envía (bloque 300) una señal de inicio de cuenta, por medio del sistema de comunicación de radio de corto alcance (bloque 310), y a la vez arranca un contador local interno (bloque 300) que cuenta el tiempo T_c que ha transcurrido desde el envío de la señal de inicio de cuenta. La mencionada señal de inicio de cuenta se propaga a una velocidad sustancialmente igual a la velocidad de la luz, entre el primer vehículo y el segundo vehículo y, cuando es recibida por el sistema de comunicación del segundo vehículo, controla la activación (bloque 320) del contador local interno, diseñado para tener en cuenta un intervalo de tiempo predeterminado ΔT_r .

Al término de intervalo de tiempo predeterminado ΔT_r (bloque 330) la unidad electrónica del segundo vehículo envía, por medio del sistema de comunicación de corto alcance, una señal de final de cuenta (bloque 350), al vehículo que ha generado la señal de principio de cuenta. La mencionada señal de fin de cuenta se propaga, a una velocidad sustancialmente igual a la velocidad de la luz, entre el segundo vehículo y el primer vehículo.

El intervalo de tiempo ΔT_r tiene la función de separar temporalmente los instantes de recepción y transmisión de las señales de inicio y final de la cuenta. De este modo es posible proporcionar un solo dispositivo, en el que debe no llevarse a cabo simultáneamente las etapas de transmisión y recepción de las señales.

Cuando la señal de final de cuenta es recibida por la unidad electrónica del vehículo que ha generado la señal de inicio de cuenta (bloque 340), el contador local es detenido (bloque 360), y el intervalo de tiempo T_c medido por el contador local, es decir el tiempo transcurrido entre la generación de la señal de inicio de cuenta y la recepción de la señal de final de cuenta, es detectado.

ES 2 279 335 T3

El mencionado intervalo temporal T_c es sustancialmente igual al intervalo temporal predeterminado ΔT_r , incrementado por el tiempo ocupado por la propagación desde un vehículo al otro, de la señal electromagnética para el inicio de cuenta y el final de cuenta.

- 5 En este punto, la unidad electrónica (bloque 370) calcula el tiempo de programación T_p de la señal electromagnética, como la diferencia entre el intervalo temporal T_c (medido) y el intervalo de tiempo predeterminado ΔT_r (fijado), a saber:

$$10 \quad T_p = T_c - \Delta T_r - T_d$$

donde T_d tiene en cuenta los retardos que son generados en la unidad electrónica 2b y el sistema de comunicación de corto alcance 5b.

- 15 Finalmente (bloque 380), se calcula la distancia D entre los dos vehículos, como:

$$D = T_p / 2C$$

- 20 donde C es la velocidad de propagación de la señal electromagnética (igual a la velocidad de la luz), y T_p es el tiempo de propagación.

El tiempo de propagación T_p es dividido por dos, para tener en cuenta el recorrido en dos sentidos, que cubre la señal electromagnética (señal de inicio de cuenta/señal de fin de cuenta) entre los dos vehículos.

- 25 Con el sistema acorde con la presente invención, no es necesario utilizar relojes muy precisos en los sistemas de a bordo de los dos vehículos, sino que es suficiente utilizar contadores muy precisos, por ejemplo fabricados con sistemas de cuarzo.

- 30 Con una precisión de nanosegundos es posible realizar medidas con un error espacial de aproximadamente 15 cm, que es adecuado para muchas aplicaciones. Cuanto más preciso es el contador, mayor es la precisión en el cálculo de la distancia.

- 35 Utilizando el sistema de comunicación de corto alcance, ambos vehículos llevan a cabo indistintamente las operaciones descritas en el diagrama de flujo de la figura 2, es decir cada vehículo puede generar indistintamente la señal de inicio de cuenta o la señal de fin de cuenta.

- 40 El proceso completo puede producirse en intervalos de tiempo muy cortos, más cortos de una diezmillonésima de segundo. En este intervalo de tiempo, incluso aunque los dos vehículos se crucen a muy alta velocidad, no se mueven más de una fracción de milímetro.

- 45 A partir de la descripción de las etapas que caracterizan el método de la presente invención (figura 2) puede verse como, para obtener la posición de un vehículo con respecto al otro, es necesario llevar a cabo medidas que proporcionen datos relativos a los desplazamientos realizados por los vehículos, añadiéndose la detección de la distancia entre sí, en sucesivos instantes de tiempo.

La figura 4 muestra un sistema de referencia cartesiano, en el que aparecen las cantidades que describen el desplazamiento realizado por un vehículo en un intervalo de tiempo, detectado por un odómetro, una brújula y un inclinómetro.

- 50 En el mencionado sistema de referencia, la cantidad $s(t)$ describe la longitud del desplazamiento del vehículo en función del tiempo; la cantidad $\varphi(t)$ es el ángulo que representa la dirección del desplazamiento realizado por un vehículo con respecto al eje X, orientado hacia el norte, en el plano (X, Y); la cantidad $\theta(t)$ es el ángulo que representa la pendiente del tramo cubierto por el vehículo en la dirección de desplazamiento, con respecto al eje Z.

- 55 Asumiendo que, para pequeños desplazamientos, los valores de $\varphi(t)$ y $\theta(t)$ permanecerán constantes (linealización), es posible describir el desplazamiento de un vehículo en el instante t , mediante las ecuaciones:

$$\Delta x(t) = (s(t + \Delta t) - s(t)) \sin \theta(t) \cos \phi(t)$$

60

$$\Delta x(t) = (s(t + \Delta t) - s(t)) \sin \theta(t) \cos \phi(t)$$

$$\Delta y(t) = (s(t + \Delta t) - s(t)) \sin \theta(t) \sin \phi(t)$$

65

$$\Delta z(t) = (s(t + \Delta t) - s(t)) \cos \theta(t)$$

ES 2 279 335 T3

Así, el desplazamiento global de un vehículo en el intervalo de tiempo $\Delta t = T_1 - T_0$ puede ser calculado sumando los desplazamientos individuales:

$$x = \sum_{n=0}^{N-1} (s(T_0 + (n+1)\Delta t) - s(T_0 + n\Delta t)) \sin[\theta(T_0 + n\Delta t)] \cos[\phi(T_0 + n\Delta t)]$$

$$y = \sum_{n=0}^{N-1} (s(T_0 + (n+1)\Delta t) - s(T_0 + n\Delta t)) \sin[\theta(T_0 + n\Delta t)] \sin[\phi(T_0 + n\Delta t)]$$

$$z = \sum_{n=0}^{N-1} (s(T_0 + (n+1)\Delta t) - s(T_0 + n\Delta t)) \cos[\theta(T_0 + n\Delta t)]$$

donde $N = (T_1 - T_0) / \Delta t$.

La figura 5 ilustra las consideraciones de naturaleza geométrica, en base a las cuales se calculó la posición de un vehículo con respecto a otro, con el método de la presente invención, utilizando las medidas de las distancias y los desplazamientos. En la figura 5, se obtiene la posición de un vehículo con respecto a otro, asumiendo que el primer vehículo se está moviendo y que el segundo vehículo está estacionario. En este caso, la distancia d_0 entre dos vehículos, calculada en el instante T_0 con el método descrito en la presente invención, puede reducirse a la ecuación matemática:

$$d_0^2 = x^2 + y^2 + z^2$$

Fijando, de hecho, el punto en que está localizado en el primer vehículo en el instante T_0 , como el origen de un sistema de referencia cartesiano de coordenadas X, Y, Z, existe un lugar geométrico, de los puntos en que puede encontrarse el segundo vehículo con respecto al primero, dado precisamente por una esfera con un radio igual a la distancia d_0 calculada entre los dos vehículos en el instante T_0 . En el instante T_1 , que sigue a un desplazamiento del primer vehículo, el segundo vehículo se encontrará en lugar geométrico de los puntos descritos por una segunda esfera de radio igual a la distancia:

$$d_1^2 = (x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 + (z - z_1)^2$$

calculada entre los dos vehículos en el instante T_1 . Las esferas primera y segunda tienen su intersección en dos puntos diferentes, que representan los dos posibles lugares geométricos en los que puede encontrarse el segundo vehículo, con respecto al primer vehículo, en el instante T_1 . En el instante T_2 seguido a un nuevo desplazamiento del primer vehículo, y siempre asumiendo que el segundo vehículo es estacionario, es posible obtener una tercera esfera con un radio igual a la distancia:

$$d_2^2 = (x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 + (z - z_2)^2$$

que describe el lugar geométrico de los puntos en que puede encontrarse el segundo vehículo, en el instante T_2 . Como se ilustra en la figura 5, las tres esferas tienen su intersección en un solo punto, que coincide exactamente con la posición del segundo vehículo, que en ningún momento se ha desplazado con respecto al primero. Los mencionados resultados se obtienen de resolver un sistema de ecuaciones que contiene las ecuaciones de las tres esferas descritas arriba:

$$d_0^2 = x^2 + y^2 + z^2$$

$$d_1^2 = (x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 + (z - z_1)^2$$

$$d_2^2 = (x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 + (z - z_2)^2$$

Un sistema de ecuaciones del tipo anterior proporciona una sola solución, que corresponde precisamente a la posición del segundo vehículo con respecto al primero.

El mencionado resultado puede obtenerse también en el caso en que ambos vehículos estén en movimiento, con la condición de que los respectivos sistemas de referencia, en los que se da todas las cantidades que describen los desplazamientos realizados por los vehículos, y que tienen sus orígenes en puntos diferentes, estén orientados exactamente de la misma forma. La mencionada condición está garantizada mediante el uso del inclinómetro y la brújula.

ES 2 279 335 T3

En este caso, es suficiente restar, de los vectores que describen los desplazamientos absolutos globales realizados por el primer vehículo y el segundo vehículo en el intervalo de tiempo $T_2 - T_0$, el vector que describe el desplazamiento absoluto global, realizado por el segundo vehículo en el intervalo de tiempo $T_2 - T_0$ y medido a partir del instante T_0 .

- 5 De este modo, el desplazamiento realizado por el segundo vehículo es anulado, y puede considerarse que el segundo vehículo ha vuelto a la posición inicial correspondiente al instante T_0 , mientras que el primer vehículo estará desplazado a un punto ficticio, de coordenadas obtenidas de la diferencia entre los dos rectores de desplazamiento.

El sistema de ecuaciones del tipo:

10

$$x^2 + y^2 + z^2 = d_0^2$$

15

$$(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 + (z - z_1)^2 = d_1^2$$

$$(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 + (z - z_2)^2 = d_2^2$$

20 donde:

$$x_1 = x_{r1} - x_{s1} \quad x_2 = x_{r2} - x_{s2}$$

25

$$y_1 = y_{r1} - y_{s1} \quad y_2 = y_{r2} - y_{s2}$$

$$z_1 = z_{r1} - z_{s1} \quad z_2 = z_{r2} - z_{s2}$$

proporciona como resultado los valores x , y y z que representan, en el sistema de referencia del primer vehículo, la posición del segundo vehículo con respecto al primer vehículo, en el instante T_0 .

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un método para determinar la posición de un vehículo con respecto a otro vehículo, **caracterizado** porque comprende las etapas de:

- calcular (170) la distancia d_0 entre un primer vehículo y un segundo vehículo, en un instante T_0 ;
- medir el desplazamiento (180) del primer vehículo, con respecto a un sistema de referencia que tiene su origen en el punto en que está localizado el primer vehículo en el instante T_0 , mediante detectar la posición x_{r1} , y_{r1} , z_{r1} del vehículo en el instante T_1 ;
- medir el desplazamiento (190) del segundo vehículo, con respecto a un sistema de referencia que tiene su origen en el punto en que está localizado el segundo vehículo en el instante T_0 , mediante detectar la posición x_{s1} , y_{s1} , z_{s1} del vehículo en el instante T_1 ;
- calcular la distancia (220) d_1 entre el primer vehículo y el segundo vehículo, en el instante T_1 ;
- medir el desplazamiento (230) del primer vehículo, con respecto al sistema de referencia que tiene su origen en el punto en que está localizado el primer vehículo en el instante T_0 , mediante detectar la posición x_{r2} , y_{r2} , z_{r2} del vehículo en el instante T_2 ;
- medir el desplazamiento (240) del segundo vehículo, con respecto al sistema de referencia que tiene su origen en el punto en que está localizado el segundo vehículo en el instante T_0 , mediante detectar la posición x_{s2} , y_{s2} , z_{s2} del vehículo en el instante T_2 ;
- calcular la distancia (250) d_2 entre el primer vehículo y el segundo vehículo en el instante T_2 ; y
- utilizar (280) la información relativa a las distancias y las posiciones, para determinar la posición de un vehículo con respecto al otro vehículo.

2. El método acorde con la reivindicación 1, en el que la mencionada etapa de utilizar (280) la información relativa a las distancias y las posiciones, para determinar la posición de un vehículo con respecto a otro vehículo, comprende la etapa de resolver un sistema de ecuaciones.

3. El método acorde con la reivindicación 2, en el que el mencionado sistema de ecuaciones comprende las siguientes ecuaciones:

$$x^2 + y^2 + z^2 = d_0^2$$

$$(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 + (z - z_1)^2 = d_1^2$$

$$(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 + (z - z_2)^2 = d_2^2$$

donde:

$$x_1 = x_{r1} - x_{s1} \quad x_2 = x_{r2} - x_{s2}$$

$$y_1 = y_{r1} - y_{s1} \quad y_2 = y_{r2} - y_{s2}$$

$$z_1 = z_{r1} - z_{s1} \quad z_2 = z_{r2} - z_{s2}$$

y x , y , z representan, en el sistema de referencia del primer vehículo, la posición del segundo vehículo con respecto al primer vehículo en el instante T_0 .

4. El método acorde con la reivindicación 1, en el que los sistemas de referencia de los vehículos primero y segundo tienen la misma orientación.

5. El método acorde con la reivindicación 1, el que además se contempla las etapas de:

- generar una señal de identificación (100) en el primer vehículo, y transmitir la mencionada señal al segundo vehículo, por medio de un sistema de comunicación por radio de corto alcance, perteneciente al primer vehículo;
- recibir (110) una señal de identificación similar entrante, como respuesta procedente del segundo vehículo, por medio de un sistema de comunicación por radio de corto alcance perteneciente al segundo vehículo;

ES 2 279 335 T3

- enviar una primera solicitud de sincronización (150, 160) entre el primer vehículo y el segundo vehículo, para la ejecución del mencionado cálculo de la distancia d_0 .

6. El método acorde con la reivindicación 1, en el que además se contempla las etapas de:

- generar, por parte de un primer vehículo, la solicitud (260) de los datos relativos a las posiciones detectadas (x_{s1} , y_{s1} , z_{s1} ; x_{s2} , y_{s2} , z_{s2}) por el segundo vehículo;
- transmitir (270) por parte del segundo vehículo, los datos solicitados; y
- determinar la posición (280) entre el primer vehículo y el segundo vehículo, en base al conjunto global de datos disponibles.

7. El método acorde con la reivindicación 1, en el que el cálculo de la distancia comprende las etapas de:

- generar (310) una señal de inicio de cuenta en un primer vehículo, y transmitir la mencionada señal al segundo vehículo, por medio de un sistema de comunicación de radio de corto alcance (130) perteneciente al primer vehículo, mediante la activación simultánea de un contador local interno (300) diseñado para contar el tiempo T_c que ha transcurrido desde el comienzo de la señal de inicio de cuenta;
- recibir la mencionada señal de inicio de cuenta, mediante un sistema de comunicación por radio de corto alcance perteneciente al segundo vehículo, para enviar una orden de activación (320) de un contador local interno, diseñado para tener en cuenta un intervalo de tiempo predeterminado ΔTr ;
- generar y transmitir (350), al término de la cuenta (160), una señal de final de cuenta (350) al vehículo que ha generado la señal de inicio de cuenta;
- detener el contador provisto en el primer vehículo, tras la recepción de la señal de final de cuenta, para detectar el intervalo de tiempo T_c transcurrido entre la generación de la señal de inicio de cuenta y la recepción de la señal de final de cuenta; el mencionado intervalo de tiempo T_c tiene en cuenta el tiempo ocupado por la señal de inicio de cuenta y por la señal de final de cuenta, en la propagación desde un vehículo a otro;
- calcular el tiempo de propagación T_p de la señal electromagnética, como la diferencia entre el intervalo temporal T_c y el intervalo de tiempo predeterminado ΔTr ; y
- calcular la distancia D entre los dos vehículos, de acuerdo con el mencionado tiempo de propagación T_p y la velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas.

8. El método acorde con la reivindicación 7, en el que la mencionada distancia D se calcula como:

$$D = T_p / 2C$$

donde C es la velocidad de propagación de la señal electromagnética, igual a la velocidad de la luz, y T_p es el tiempo de propagación.

9. El método acorde con la reivindicación 7, en el que el mencionado tiempo de propagación T_p se calcula como:

$$T_p = T_c - \Delta Tr - T_d$$

donde T_d representa los retardos que se genera en un sistema informatizado dispuesto en el segundo vehículo, y diseñado para recibir la mencionada señal de inicio de cuenta, y para generar la señal de final de cuenta.

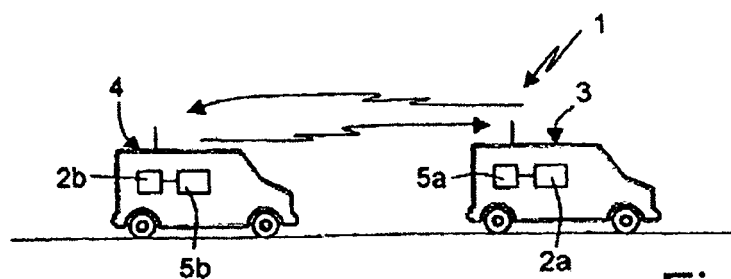


Fig.1

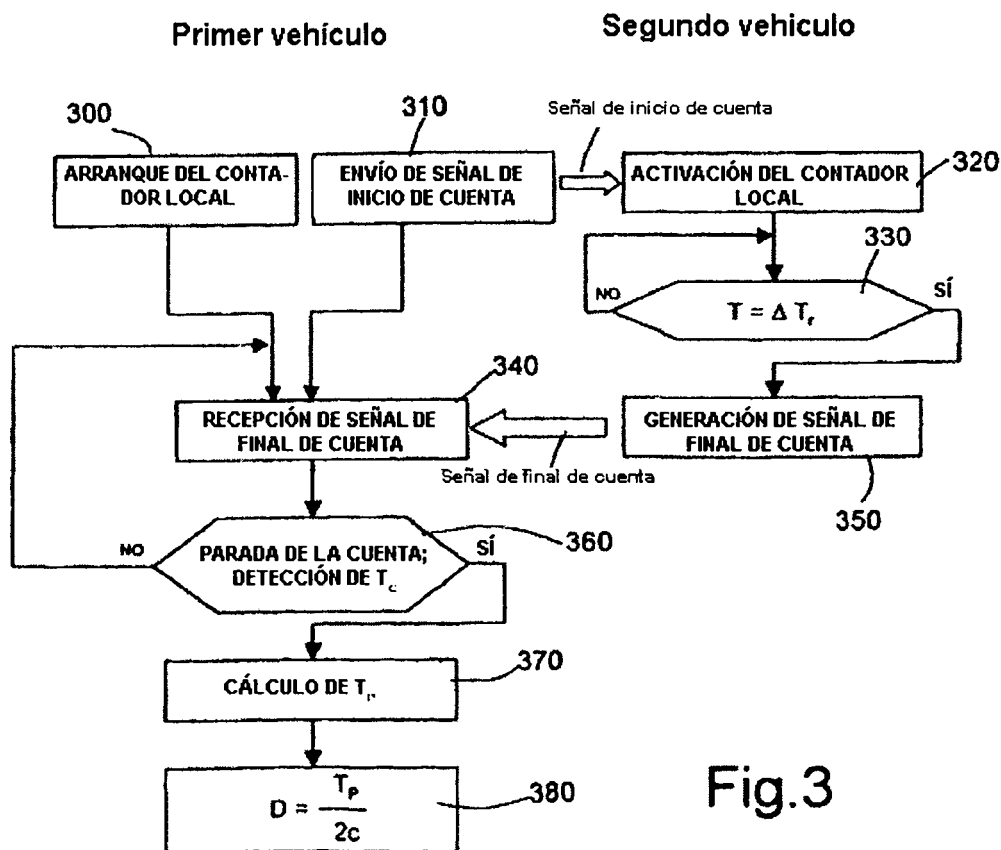


Fig.3

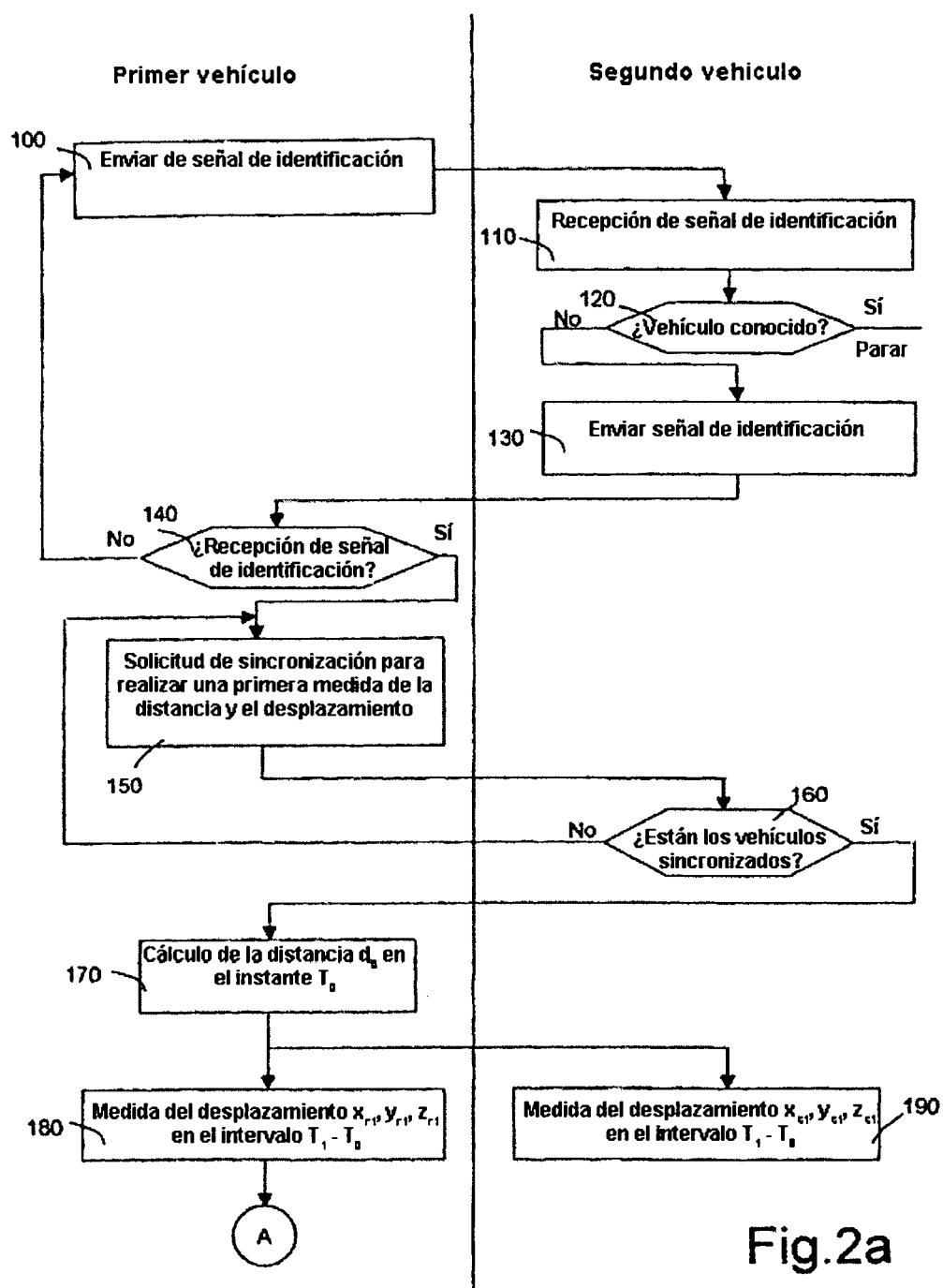
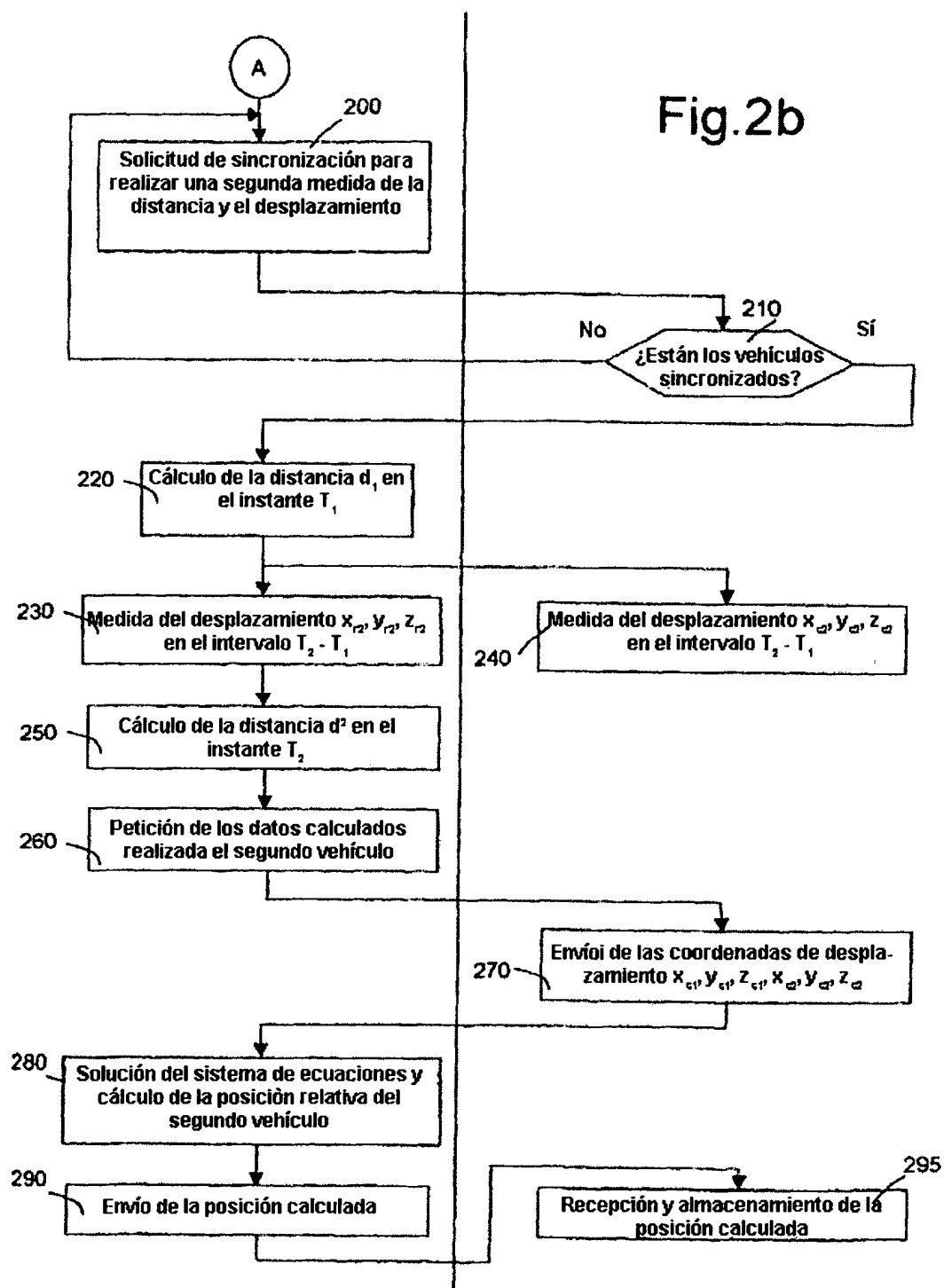


Fig.2a

Fig.2b



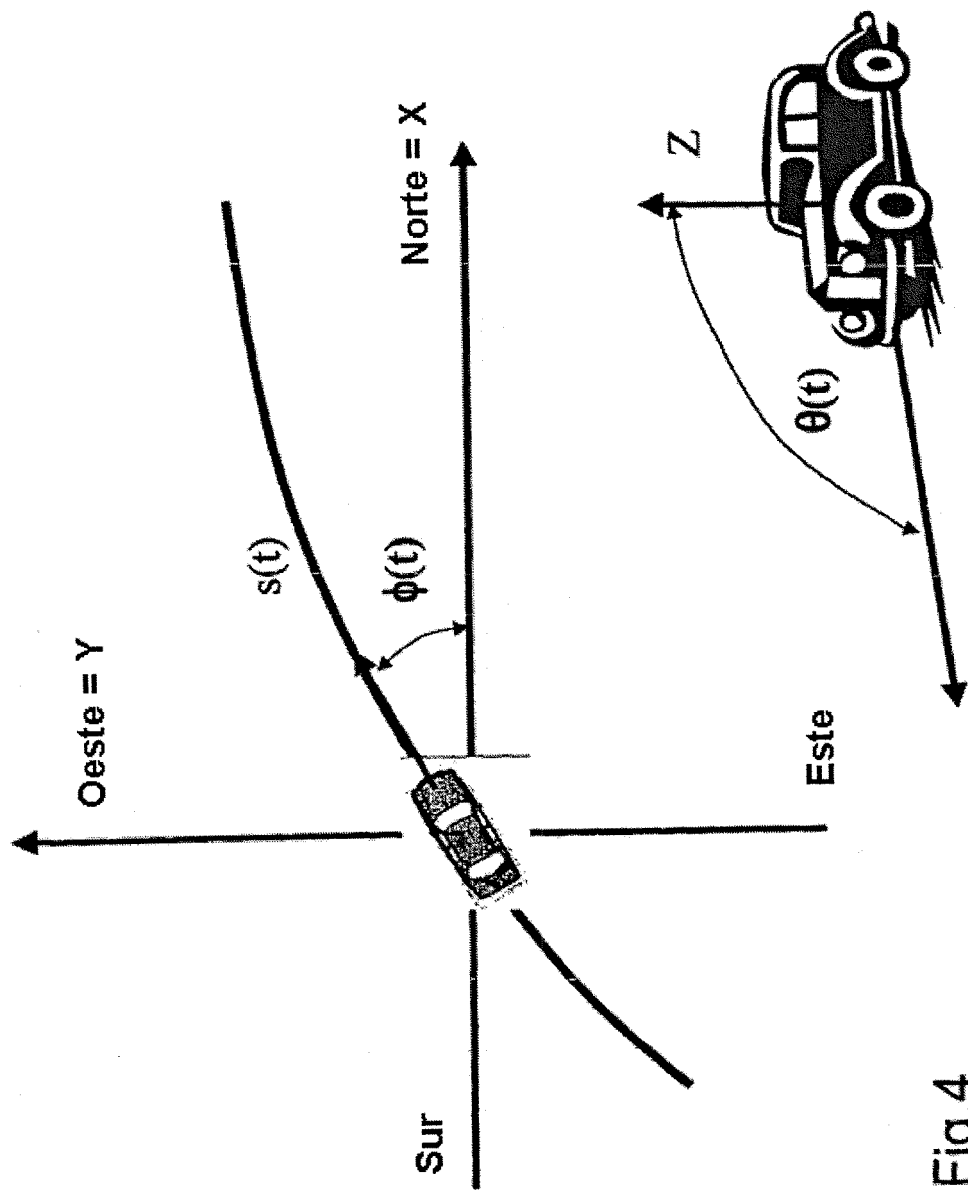


Fig.4

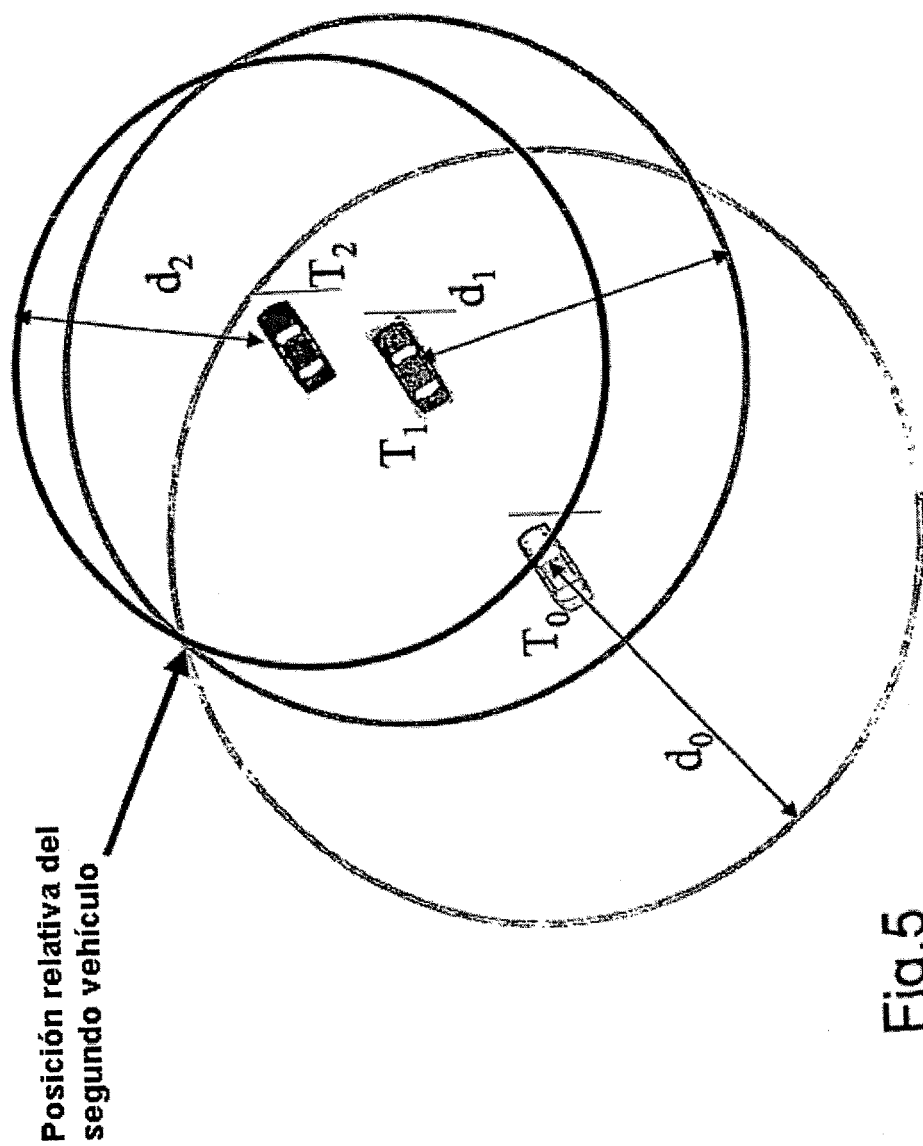


Fig.5