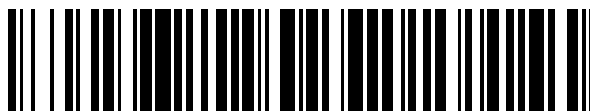


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 393 459**

51 Int. Cl.:

**G01S 13/91** (2006.01)

**G01S 13/92** (2006.01)

**G08G 1/017** (2006.01)

**G08G 1/054** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07403002 .4**

96 Fecha de presentación: **11.10.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2048515**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.04.2009**

54 Título: **Procedimiento para la detección y documentación de infracciones de tráfico en un semáforo**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

**21.12.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

**21.12.2012**

73 Titular/es:

**JENOPTIK ROBOT GMBH (100.0%)  
OPLADENER STRASSE 202  
40789 MONHEIM AM RHEIN, DE**

72 Inventor/es:

**BEHRENS, ANDREAS;  
DOHMANN, BERNHARD y  
TERLAU, NORBERT**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 393 459 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 la detección y documentación de infracciones de tráfico en un semáforo

La invención se refiere a un procedimiento para vigilar un espacio de tráfico (espacio de observación) para la detección de infracciones de tráfico como la del tipo conocido por la solicitud de patente europea EP 1 662 272 A1. Estas disposiciones pueden emplearse tanto para comprobar una infracción de cruce en rojo como una infracción de velocidad y también una infracción combinada de cruce en rojo y velocidad.

Por lo general los procedimientos conocidos de vigilancia de espacios de tráfico se diferencian por la utilización de diferentes tipos de sensores que o bien están incrustados en el pavimento de la calzada o bien por encima de la calzada. Los sensores incrustados en el pavimento de la calzada requieren un gran coste de instalación y tienen que reponerse conforme al desgaste del pavimento de la calzada de vez en cuando.

En lugar de incrustar en cada calzada particular y en un lugar predeterminado un sensor, de acuerdo con el documento EP 1 662 272 A1 hacia un lugar de observación limitado se orienta una radiación procedente de una antena de radar de poca amplitud para detectar los vehículos que pasan por el punto de observación. La detección puede usarse para activar una cámara de detección de semáforo en rojo, la velocidad del vehículo o medir la densidad de tráfico.

A partir del conocimiento de la distancia del lugar de observación al lugar de emisión y recepción de la radiación del radar, en comparación con la distancia derivada de las señales reflejadas, puede determinarse de una forma sencilla cuándo pasa un vehículo por el lugar de observación para generar una señal de activación. Para evitar una detección incorrecta se propone que a partir de una pluralidad de señales reflejadas se derive una serie de distancias y que el registro del vehículo en el lugar de observación sólo se considere válido cuando los valores de distancia se correspondan entre sí.

La recepción de una pluralidad de señales de reflexión presupone que el lugar de observación no es un punto por el que pase un vehículo sino un espacio amplio que se describe por una pluralidad de distancias que quedan, todas ellas, en un intervalo de distancias. Desde el punto de vista de la empresa solicitante sería apropiado por ello elegir para la definición de espacio de observación el concepto de espacio de observación como se aplica en la subsiguiente descripción de la invención.

Puesto que de acuerdo con el documento EP 1 662 272 A1 la radiación del radar se orienta limitadamente a un espacio de observación confinado en un carril de circulación cada distancia registrada respectiva se le asocia al carril identificándose así el vehículo medido de forma unívoca.

Como puede verse en los dibujos del documento EP 1 662 272 A1 para una aplicación del procedimiento de detección de una infracción por cruzar en rojo el espacio de observación queda limitado a un intervalo de distancias de, por ejemplo, 2 m que incluye la línea de detención.

Puesto que, como se propone, en la detección de un vehículo en el espacio de observación se genera una señal de activación que hace que se dispare una cámara conectada al semáforo se garantiza que se saque una foto cuando un vehículo pasa dentro de una fase cambiante determinada del semáforo, por ejemplo, sólo la fase "rojo", el espacio de observación y con ello la línea de detención.

Las normas para una aportación de pruebas de infracciones de tráfico se diferencian en función del país. Así hay países en los que se exige una primera foto como prueba de una infracción de cruce en rojo ya algunos metros antes de la línea de detención.

Dado el caso al experto en la materia le parecería claro establecer en consonancia el espacio de observación antes de la línea de detención.

Lo inconveniente de una solución así sería sin embargo que también se registra un vehículo en el caso de que pare antes de la línea de detención. Lo inconveniente de un procedimiento de acuerdo con el documento EP 1 662 272 A1 es además que para la detección de las infracciones de tráfico para cada carril de circulación hace falta una antena de radar y adicionalmente orientar cada antena del radar individualmente. El coste de inversión para el espacio de circulación a vigilar aumenta con el número de carriles a vigilar.

Por el documento WO 00/31969 se conoce una disposición para la detección previa y el registro de infracciones de cruce en rojo en la zona alrededor de un semáforo.

La disposición comprende por cada carril al menos dos cámaras de las que al menos la cámara enfocada a una zona de objeto distante es una videocámara. A partir de las secuencias de video registradas de los vehículos que se acercan a ella puede derivarse la velocidad del vehículo y así hacer una predicción sobre si el vehículo entrará durante la fase de rojo de un semáforo de su carril en la zona del cruce. En su caso se toman fotos con una segunda cámara cuando el vehículo se encuentra, a continuación, en puntos de fotografía fijos predeterminados.

El objetivo de la invención es encontrar un procedimiento mejorado con el que con una sola antena de radar puedan vigilarse las infracciones de tráfico en varios carriles de una calzada, en concreto, infracciones de cruce en rojo y de velocidad y detectar las supuestas infracciones de cruce en rojo con gran seguridad de acertar ya antes de la línea de detención.

5 Este objetivo se consigue con el procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1.

Realizaciones ventajosas quedan descritas en las reivindicaciones dependientes.

Es fundamental para la invención que la radiación de un radar se oriente cubriendo todos los carriles de interés de una calzada y que a los puntos de incidencia dentro un espacio de observación se les asocie su posición con respecto a la antena de radar, su distancia a una línea de detención y la velocidad del vehículo en el instante de la  
10 incidencia de la radiación del radar.

El espacio de observación queda completamente antes de la línea de detención en el sentido de circulación o puede incluir la misma.

A partir de las señales de radar de los puntos de incidencia antes de la línea de detención puede pronosticarse, según la ley de distancia recorrida-tiempo empleado en recorrerlo, a partir de la velocidad y la distancia perpendicular a la línea de detención, si el vehículo rebasará la línea de detención y emitir eventualmente una señal para tomar una imagen del vehículo inmediatamente, transcurrido un retardo temporal, o en un punto fijo con respecto a la línea de detención.  
15

Para los puntos de incidencia a una distancia de entre cero y una distancia menor que la longitud del vehículo queda garantizado que el vehículo rebasa la línea de detención y que la señal tiene que emitirse inmediatamente sin que se haga el pronóstico.  
20

Para la documentación de una infracción por cruzar en rojo se genera sólo una señal para disparar una cámara cuando se certifica una infracción o se genera un pronóstico sobre si el vehículo rebasará la línea de detención durante una fase cambiante prefijada.

En función de la orientación de la radiación del radar y el ángulo de abertura del cono del radar así como la extensión del espacio de observación la posición de un punto de incidencia puede quedar definida sólo a través de una distancia o a través de una distancia y un ángulo con suficiente precisión.  
25

Resulta claro para el experto en la materia que el punto de incidencia mencionado no se trata realmente de una superficie reducida a un punto en la que la radiación del radar incide sino más correctamente de todas las superficies de un vehículo que son irradiadas por la radiación del radar y que reflejan la radiación del radar más o menos hacia la antena del radar.  
30

Por interés en una representación sencilla de la invención, que no tiene por objeto la derivación de la velocidad, de la distancia o del ángulo de la superficie de reflexión medida se hablará simplemente en cada caso de un punto de incidencia al que se le puede asociar una velocidad, una distancia o un ángulo.

Distintos procedimientos y dispositivos adecuados correspondientes para derivar los parámetros mencionados a partir de las señales de radar se conocen del estado de la técnica como, por ejemplo, las antenas planas descritas en el documento DE 10 2004 040 015 B4 con dos superficies de recepción separadas.  
35

Dependiendo de la velocidad del vehículo medido y de la extensión del espacio de observación según el sentido de circulación se miden una pluralidad de puntos de incidencia y a partir de las señales de radar se derivan los parámetros mencionados. La medición múltiple permite por un lado la verificación de los valores de medida ya derivados y también el seguimiento de la trayectoria que describe el vehículo por la calzada.  
40

Cada punto de incidencia queda asociado a un carril y con ello a la línea de detención de este carril a través a su posición deducible.

Las líneas de detención que discurren esencialmente perpendiculares al borde de la calzada pueden discurrir por todo el ancho de la calzada definiendo una única línea aunque pueden estar adelantadas unas con respecto a otras a lo largo del conjunto de carriles para por ejemplo, obligar a los vehículos en carriles para girar a que se paren a otra distancia antes del semáforo de circulación.  
45

Además, en función del carril pueden registrarse infracciones en función del carril para fases cambiantes del semáforo.

El procedimiento no permite sólo el registro de infracciones por cruzar en rojo sino también el registro de infracciones de velocidad. Pueden vigilarse distintos límites de velocidad en función del carril.  
50

Un dispositivo para realizar el procedimiento puede estar programado de tal manera que ambos tipos de infracciones se registren o sólo uno de los tipos. Cuando, por ejemplo, el semáforo se desactiva cuando hay poca circulación el

dispositivo puede seguir funcionando y detectar sólo las infracciones de velocidad.

El procedimiento según la invención permite que con un sólo dispositivo en un punto se registren las infracciones por cruzar en rojo y/o las infracciones de velocidad de los vehículos que circulan por distintos carriles de una calzada.

5 La invención se explicará a continuación con más en detalle por medio de ejemplos de realización representados en los dibujos.

Muestran:

la figura 1: un primer ejemplo de realización en el que el tráfico que se aleja se detecta gracias a un cono de radar orientado principalmente en perpendicular a la dirección de la calzada

10 la figura 2: un segundo ejemplo de realización en el que el tráfico que se acerca se detecta con un cono de radar orientado principalmente en perpendicular a la dirección de la calzada

la figura 3: un tercer ejemplo de realización en el que el tráfico que se acerca se detecta con un cono de radar orientado esencialmente a lo largo de la dirección de la calzada

la figura 4: un cuarto ejemplo de realización en el que tráfico que se aleja se detecta con un cono de radar orientado esencialmente a lo largo de la dirección de la calzada.

15 En un primer ejemplo de realización, representado en la figura 1, el procedimiento se realizará con una antena de radar de un aparato 1 de radar que tiene un cono de radar estrecho con un ángulo de apertura  $\beta$  de menos de  $10^\circ$ , en particular  $5^\circ$ , esencialmente perpendicular a la dirección de la calzada, a saber, con un ángulo  $\alpha$  de colocación de aproximadamente  $60^\circ$  con respecto a la dirección de la calzada en los tres carriles de una calzada. Los vehículos se alejan del aparato 1 de radar al atravesar el cono del radar.

20 Un ejemplo de realización representado en la figura 2 sólo se diferencia del primero en que los vehículos se acercan al aparato 1 de radar al atravesar el cono del radar. Esta diferencia esencialmente sólo tiene repercusión en el punto de colocación de una unidad de captura de imágenes con la que se documenta una infracción detectada mediante una foto.

25 En el primer ejemplo de realización el espacio de observación queda limitado por los rayos de contorno del cono del radar y los límites de la calzada de ambos lados y queda antes de la línea 2 de detención.

Debido al pequeño ángulo  $\beta$  de apertura del cono del radar puede determinarse la posición de un punto P de incidencia con suficiente precisión a partir del ángulo  $\alpha$  de colocación y la distancia e derivada que se representa simplídicamente como la distancia de un punto P de incidencia según el eje del radar.

30 Los vehículos que se detectan con el lado orientado hacia el aparato 1 de radar se registran con una distancia que puede asociarse unívocamente a un carril solamente. Quedan excluidas las distancias que quedan justo en la línea de separación entre carriles o cerca de ella.

35 A cada distancia e derivada, en la figura 1 se han indicado, a modo de ejemplo, las distancias e1, e2, e3 para los vehículos A1, A2, A3, puede asociarse una distancia perpendicular, en este caso, a1, a2, a3, a una línea 2 de detención. Las líneas 2 de detención de los tres carriles están colocadas en la calzada todas a la misma altura a una distancia  $a_R$  perpendicularmente al borde de la calzada.

Para poder asociar a cada punto P de incidencia particular respectivamente una distancia se tiene que obtener la posición precisa de la línea 2 de detención con respecto al punto de colocación de la antena del radar del aparato 1 de radar y su ángulo de colocación y proporcionársela a una unidad de cómputo que está conectada al aparato 1 de radar .

40 En el caso de una línea 2 de detención que discurre esencialmente en perpendicular al borde de la calzada la posición de la línea 2 de detención ya queda definida por su distancia  $a_R$  perpendicular al aparato 1 de radar . Se calcula entonces una distancia a para un punto P de incidencia como la diferencia entre una distancia  $a_R$  fija y el producto de una distancia e y el seno de  $90^\circ$  menos el ángulo  $\alpha$  de colocación fijo, es decir, por ejemplo, para el vehículo A1 resulta la distancia  $a_1 = a_R - e_1 \times \sin(90^\circ - \alpha)$ .

45 Para pronosticar, según la invención, si un vehículo medido, por ejemplo, el vehículo A1, de cuyo paso resulta el punto P1 de incidencia, rebasa efectivamente también la línea 2 de detención además de su distancia e1 también se deriva su velocidad v1 a partir de las señales del radar y se asocian al punto P1 de incidencia.

50 En base a la ley de espacio recorrido-tiempo empleado en hacerlo se pronostica a continuación, a partir de la distancia a1 y de la velocidad v1 en el punto de incidencia si el vehículo se parará antes de la línea de detención o si la rebasará.

Simultáneamente la velocidad  $v_1$  obtenida puede compararse con el límite de velocidad asociado a un carril para poder suponer una infracción de velocidad también.

5 El aparato 1 de radar está conectado al estado del semáforo. Al empezar a contar el tiempo en el que está en rojo (opcionalmente también el tiempo en el que está en amarillo) se activa el conjunto y comienza la vigilancia de modo que puede detectarse un vehículo que atraviesa el cono del radar.

10 Para obtener la velocidad del vehículo según el principio de Doppler sería óptimo un ángulo de colocación de aproximadamente  $20^\circ$ . Al aumentar el ángulo los resultados de la medición para obtener la velocidad del vehículo se vuelven menos precisos y hacia los  $90^\circ$  no sirven. Por contra para el pronóstico de si es probable una infracción por cruzar en rojo, sería óptimo un ángulo de colocación de entre  $85^\circ$  y  $87,5^\circ$ , puesto que, entonces, para todos los carriles la distancia de los puntos P de incidencia del espacio de observación a la línea 2 de detención, que puede corresponderse con el cono del radar como máximo, es esencialmente igual. Cuanto mayor sea la distancia del cono del radar y con ello el espacio de observación desde la línea 2 de detención tanto mayor será la posibilidad de que un vehículo, después de salir del cono del radar, acelere o frene sin más y por tanto la detección del suceso podría derivar en una medición anulada.

15 Como un buen compromiso ha resultado bueno un intervalo angular de colocación de entre  $45^\circ$  y  $75^\circ$ .

Especial importancia recae en el ángulo  $\beta$  de abertura del cono del radar ya que al aumentar el ángulo de abertura la obtención de la distancia se hace menos nítida.

20 Al obtener la distancia e del punto P de incidencia en el vehículo A medido con respecto a la antena del radar puede derivarse la posición del vehículo A, es decir, puede establecerse por qué carril se acerca el vehículo A a una línea 2 de detención. Así puede predecirse una infracción de circulación en función del carril, en particular cuando para diferentes carriles se pasa a diferentes fases del semáforo, por ejemplo, para un giro a la derecha. Existe una infracción de tráfico cuando la velocidad obtenida es mayor que el límite de velocidad establecido para cada carril particular y/o si un vehículo rebasa la línea de detención durante la fase de rojo.

25 La superación de la velocidad límite permitida se determina por efecto Doppler con el aparato 1 de radar y se documenta con un registro fotográfico. Para la identificación del conductor hace falta una fotografía frontal. Para ello el registro fotográfico en caso de infracción de velocidad del tráfico que se acerca se dispara al entrar el vehículo en el cono del radar y los datos relevantes se resaltan después, concluida la medición, a posteriori, en el registro fotográfico de la infracción de circulación.

30 Una infracción por cruzar en rojo se documenta en base a un registro fotográfico que se dispara cuando un vehículo A se acerca a la línea 2 de detención cuando la fase asociada a este carril no es verde y la velocidad del vehículo hace plausible una infracción por cruzar en rojo.

35 Para el punto de instalación del aparato 1 de radar es adecuado, mirando según el sentido de circulación, tanto el lado derecho de la calzada como el lado izquierdo de la calzada. El espacio de instalación necesario existe en la mayoría de los casos en el lado derecho de la calzada. El lado izquierdo de la calzada resulta particularmente ventajoso, asumiendo que hay el espacio de instalación necesario, si por el carril izquierdo es menos probable el riesgo de ocultación debido a que los vehículos grandes van menos por él.

La asociación de la distancia a de la línea de detención a un punto P de incidencia no sólo permite un pronóstico sobre si se rebasará la línea 2 de detención sino que permite también el disparo de una cámara independientemente de la velocidad del vehículo en función de distancias seleccionables del vehículo A a la línea 2 de detención.

40 Así puede existir un punto de fotografía fijo, por ejemplo, exactamente 10 m antes, justo en, o 2 m detrás de la línea 2 de detención. Una segunda foto de prueba se dispara habitualmente después de un intervalo de tiempo prefijado para registrar el vehículo A después de que haya rebasado la línea 2 de detención.

45 A diferencia del estado de la técnica puede dispararse también una segunda y, si se quiere, también más fotos de prueba independientemente de la magnitud de tiempo, sólo en función de la posición, en puntos fijos relativos a la línea 2 de detención.

Además de la localización del punto de fotografía fijo el usuario puede seleccionar dependiendo del lugar de colocación de la unidad de fotografía y así el de la cámara si se hará aparecer la parte frontal del vehículo o la parte trasera en la posición prefijada. Esta opción permite una legibilidad óptima de la matrícula, más concretamente tanto al utilizar la instalación para fotografía frontal como trasera.

50 La determinación de puntos de fotografía fijos en función de la distancia a la línea 2 de detención y no sólo antes de la línea 2 de detención presupone que el espacio de observación engloba la línea 2 de detención también, lo que no es el caso en el primer ejemplo de realización y tampoco el del segundo.

En un tercer ejemplo de realización, representado en la figura 3, la radiación del radar se emitirá fundamentalmente según la dirección de la calzada. Para ello un aparato 1 de radar se posiciona de tal manera que emita la radiación

con un gran ángulo de abertura, por ejemplo un ángulo  $\beta$  de abertura de  $20^\circ$  a  $40^\circ$ , bajo un ángulo  $\alpha$  de colocación del eje del radar con respecto a la dirección de la calzada que sea menor que  $45^\circ$ , hacia la calzada con varios carriles. Los vehículos se aproximan hacia el aparato 1 de radar al cruzar el cono del radar.

5 Un cuarto ejemplo de realización, representado en la figura 4, se diferencia del tercero en que los vehículos se alejan del aparato 1 de radar al atravesar el cono del radar.

En particular debido al pequeño ángulo  $\alpha$  de colocación ya no resulta posible una obtención suficientemente precisa de la posición de un punto P de incidencia solamente en base a la distancia puesto que la distancia derivada no puede asociarse a un carril solamente por lo que adicionalmente a la distancia se deriva también el ángulo con respecto al eje de la antena del radar del aparato 1 de radar a partir de las señales del radar y se asocian a un punto de incidencia.

Como se muestra en la figura 3, los vehículos A4, A5, A6 se encuentran esencialmente a la misma distancia del aparato 1 de radar. Como distancia derivada en este caso se ha tomado la distancia e de la esquina superior izquierda del cristal delantero resultando que e4, e5 y e6 son esencialmente iguales.

15 Para determinar la posición del punto de incidencia con suficiente precisión se obtienen los ángulos y de medición que se diferencian para los puntos P4, P5, P6 de incidencia de una forma clara resultando  $\gamma_4 = -20^\circ$ ,  $\gamma_5 = 0^\circ$ ,  $\gamma_6 = +20^\circ$ .

Debido al gran ángulo  $\beta$  de abertura del cono del radar puede vigilarse en un intervalo mayor del espacio de circulación en comparación con los dos primeros ejemplos de realización y así, para cada vehículo dentro del cono del radar se puedan realizar repetidamente los procesos de medición. Las tripletas de valores obtenidos a partir de velocidad, distancia y ángulo se combinan para dar una trayectoria y se comprueba continuamente su plausibilidad (seguimiento o "tracking"), comparándose los valores reales con los valores teóricos. Los valores teóricos resultan de la suposición de que un vehículo sólo efectúa cambios de dirección de una magnitud limitada y que sólo frena o acelera entre distintos límites. Al contrario que en la medición de velocidad los procesos de aceleración y frenado durante el proceso de medición no derivan en la anulación de la infracción por cruzar en rojo puesto que éstos no dependen de la medición sino que solamente se dispara el registro fotográfico con la medición que documenta la infracción por cruzar en rojo.

Para el punto de instalación del aparato 1 de radar resulta adecuado tanto la posición trasera, figura 4, en la que el cono del radar está orientado longitudinalmente hacia los vehículos desde atrás como la posición en la que el cono del radar queda orientado hacia los vehículos desde delante, mostrado en la figura 3, en particular desde el lado del cruce opuesto.

En una disposición en el lado de la calzada derecho o izquierdo el espacio constructivo y de instalación hay que tenerlo en cuenta, y que existe en la mayoría de los casos en el lado derecho de la calzada. El lado izquierdo de la calzada resulta entonces particularmente favorable cuando en él existe una isleta y que en el carril izquierdo no exista tanto el riesgo de ocultación debido a que van menos vehículos grandes.

35 Una unidad 3 de registro fotográfico que consta al menos de una cámara puede disponerse, en función del lugar del punto de fotografía fijo, en la carcasa del aparato 1 de radar y también en una carcasa soportada separada.

En el tercer ejemplo de realización el espacio de observación por dentro del cono del radar queda limitado a un intervalo c de distancias seleccionado que también incluye la línea 2 de detención. Sólo si a partir de las señales del radar se derivan valores de distancia, que quedan en el intervalo de distancias, se obtiene también una distancia a la línea 2 de detención. Así se evita, en particular, un procesamiento de la señal cuando los vehículos vienen por fuera del intervalo de definición de una cámara de la unidad de registro fotográfico.

Para los valores de distancia que pueden asociarse a los puntos P de incidencia antes de la línea 2 de detención puede generarse un pronóstico a partir de la velocidad también derivada sobre si el vehículo A rebasará la línea 2 de detención para disparar una foto cuando proceda antes de la línea 2 de detención.

45 Adicionalmente con el conocimiento de la distancia respectiva del punto P de incidencia y así del vehículo A a la línea 2 de detención pueden dispararse fotos cuando el vehículo A está a una distancia determinada seleccionable antes, en o después de la línea 2 de detención.

Las dos disposiciones del aparato 1 de radar esencialmente distintas de los dos ejemplos de realización mostrados suponen, en cuanto la realización del procedimiento, sólo pequeñas diferencias.

50 En un segundo ejemplo de realización existe la posibilidad de posicionar el aparato 1 de radar y la unidad 3 de registro fotográfico en una carcasa común. Además debido al seguimiento el error de estimación que dispara el registro fotográfico es mucho más pequeño. Adicionalmente se producen menos ocultaciones debidos a vehículos grandes, por ejemplo, autobuses, puesto que los rayos del radar están orientados según la dirección del carril.

La radiación del radar puede estar orientada desde un aparato de radar, que esté montado por encima de la calzada, por ejemplo, en un puente, según la dirección de la calzada verticalmente formando un ángulo agudo hacia la calzada lo que se correspondería fundamentalmente con el segundo ejemplo de realización aunque en la práctica debido a las exigencias varias del montaje del aparato de radar más bien se plantea menos.

5 Como se conoce, con un aparato de radar de larga duración se emite una radiación de larga duración constante en cuanto a amplitud y frecuencia. Cuando se produce la reflexión en un objeto móvil, digamos vehículo, esta radiación del radar experimenta un desplazamiento de frecuencia en función de la velocidad del vehículo. La fracción de radiación reflejada hacia la antena del radar del aparato 1 de radar se compara con la radiación del radar emitida y se restan las frecuencias resultando la llamada frecuencia Doppler que es proporcional a la velocidad del vehículo.

10 Con la emisión de dos frecuencias de radiación diferentes se obtienen dos radiaciones reflejadas desplazadas en frecuencia a partir de cuya diferencia de fase se deriva la distancia. La velocidad y la distancia se obtienen así mediante un proceso de medición común asegurándose entonces una asociación unívoca de los valores de medición entre sí.

15 A diferencia de la medición de velocidad que puede medirse con mucha precisión usando el principio del radar Doppler la amplitud de la variación de los valores de medición de distancia es grande puesto que la radiación del radar no se refleja, como se representa de forma simplificada, en un punto de incidencia sino que las reflexiones que llegan a la antena del radar desde el vehículo se extienden por todo el contorno del vehículo sobre el que se proyecta la sección transversal del radar. La sección transversal del radar proyectada sobre un vehículo que circula a través del cono del radar cambia en función de la geometría particular del vehículo así como su posición en el  
20 cono del radar empezando desde la entrada hasta que pasa y sale del cono del radar. Con el receptor en cada instante de tiempo de medición se detecta una suma de valores de medida (una nube de valores de medición) a partir de las reflexiones parciales. Estadísticamente esta suma junto con otros reflectores que actúan parasitariamente como planchas conductoras o jaulas metálicas se reciben por lo general como una distribución de Rayleigh. Se miden distancias que se dispersan en un múltiplo de la medida de velocidad.

25 Para la determinación de la posición resulta ideal una radiación puntual como la que presenta la radiación láser. Con la radiación de luz muy concentrada y coherente de un láser preferentemente en el intervalo espectral infrarrojo no visible pueden obtenerse las distancias de forma muy precisa según el principio del tiempo de ida y vuelta de un impulso.

30 Para un procedimiento según la invención se presta así obtener la distancia con un medidor de distancia láser en lugar de a partir de un desplazamiento de fase en los saltos de frecuencia de la radiación del radar o utilizar el láser adicionalmente para la verificación del valor de distancia que se ha obtenido con la radiación del radar.

La verificación del valor de distancia del aparato 1 de radar tiene la ventaja de que el valor de distancia no sólo se obtuvo conjuntamente con la velocidad en un proceso de medición común sino que además se verifica con una segunda prueba gracias a un procedimiento independiente del aparato 1 de radar.

35 Para la unidad 3 de registro fotográfica, que consta al menos de una cámara existen una pluralidad de posibilidades de realización en las que se entrará en lo que sigue. Para la usabilidad del registro fotográfico se exige la detectabilidad de la matrícula y de la fase de rojo de la instalación de luces. Con la matrícula puede determinarse el propietario del vehículo. En función de las exigencias nacionales en el lugar de colocación se diferencia entre la fotografía frontal y trasera. En el caso de la fotografía frontal se trata en general de la identificación adicional del  
40 conductor. Para la fotografía frontal puede ser necesaria una señal luminosa adicional que representa la fase de rojo de la instalación de luces de tal manera que se pueda detectar posteriormente en el registro fotográfico con valor de prueba judicial. También la combinación de la fotografía trasera y delantera es posible para aumentar la fuerza de la prueba.

45 En el borde izquierdo y/o derecho de la calzada puede estar posicionada una cámara para poder registrar para todos los carriles, fotografías de valor judicial en un punto de fotografía fijo que represente el vehículo, si se requiere, el color del vehículo, la matrícula y en el caso de fotografía frontal poder plasmar el conductor de forma que sea reconocible inequívocamente.

50 Por lo general se utilizan cámaras de un único disparo que después de la activación registran dos fotos en secuencia. En la primera foto se registra el vehículo cuando puede detectarse la luz roja antes del rectángulo de detención y en la segunda foto después de que se haya superado el rectángulo de detención. Sin embargo las cámaras de ráfagas que registran una serie de fotografías individuales, por ejemplo, 16 unidades, pueden emplearse solas o en combinación con cámaras de fotos de un único disparo. Gracias a la serie de fotos individuales se registra una secuencia de una escena de circulación que puede utilizarse. Sin embargo las videocámaras pueden utilizarse solas o en combinación con cámaras de fotos de un único disparo para registrar una secuencia de una escena de  
55 circulación que se pueda utilizar.

Lista de los números de referencia utilizados

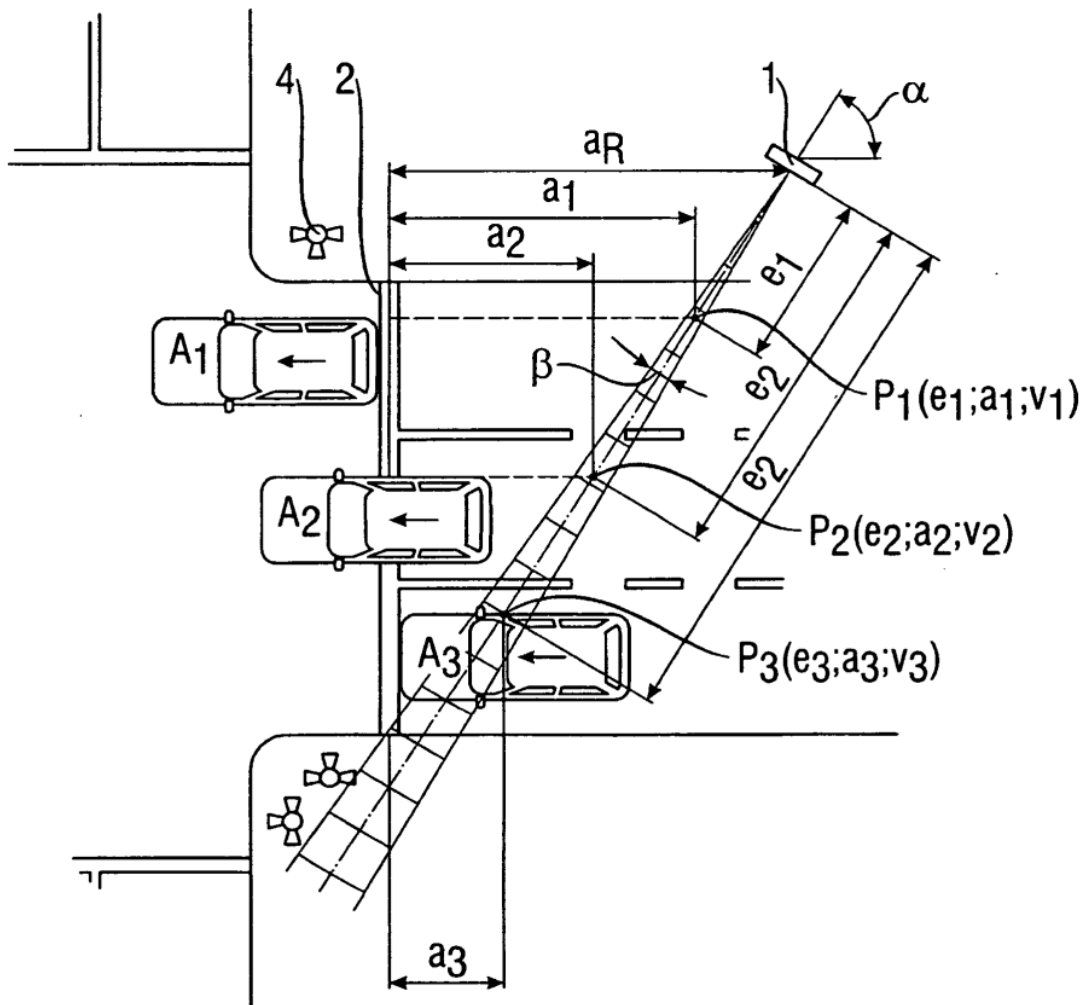
1 aparato de radar

- 2 línea de detención
- 3 unidad de registro
- 4 semáforo
- A un vehículo
- 5 e una distancia de un punto de incidencia a la antena del radar
- a una distancia perpendicular de una línea de detención a un punto de incidencia
- a<sub>R</sub> una distancia perpendicular de la línea de detención a la antena del radar
- P un punto de incidencia
- v una velocidad
- 10  $\alpha$  el ángulo de colocación
- $\beta$  el ángulo de abertura
- $\gamma$  un ángulo de medición

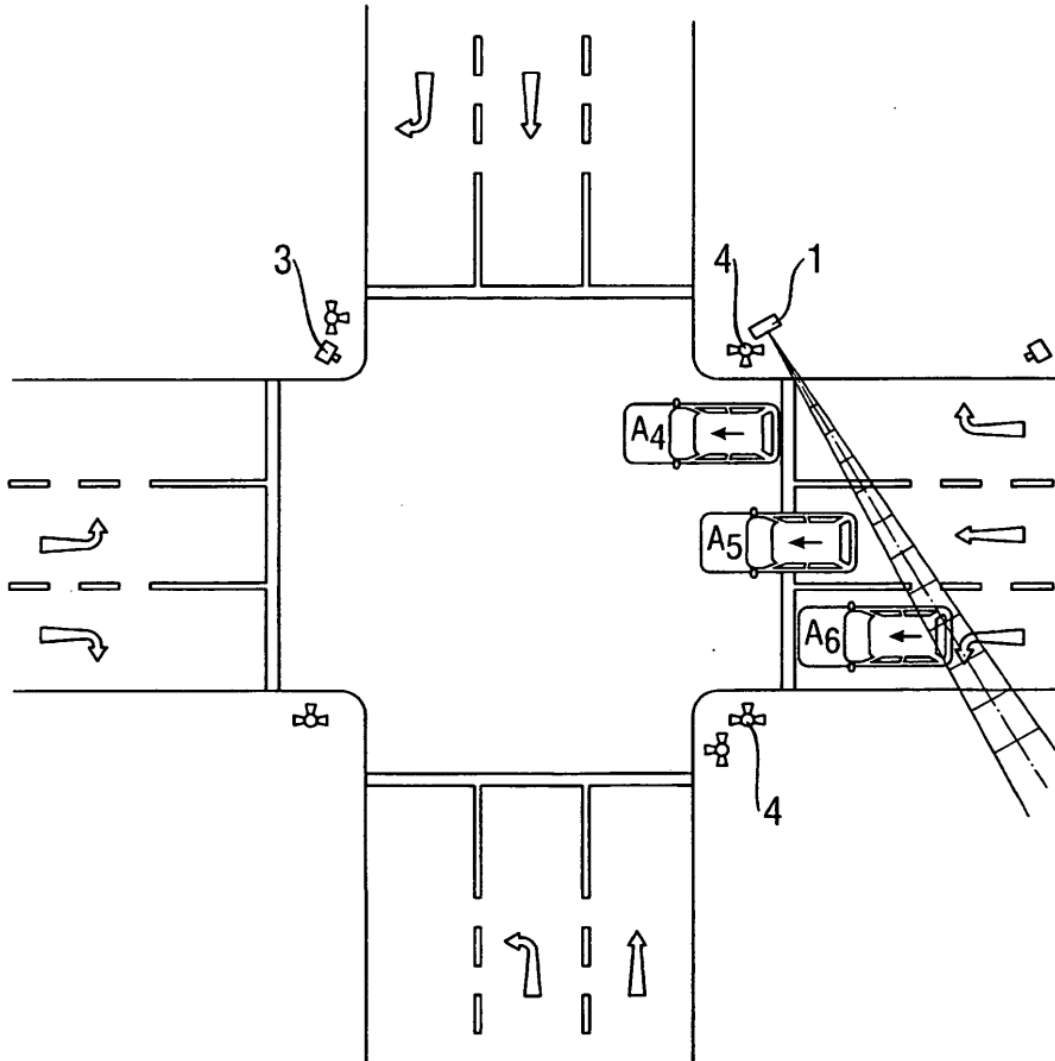


## REIVINDICACIONES

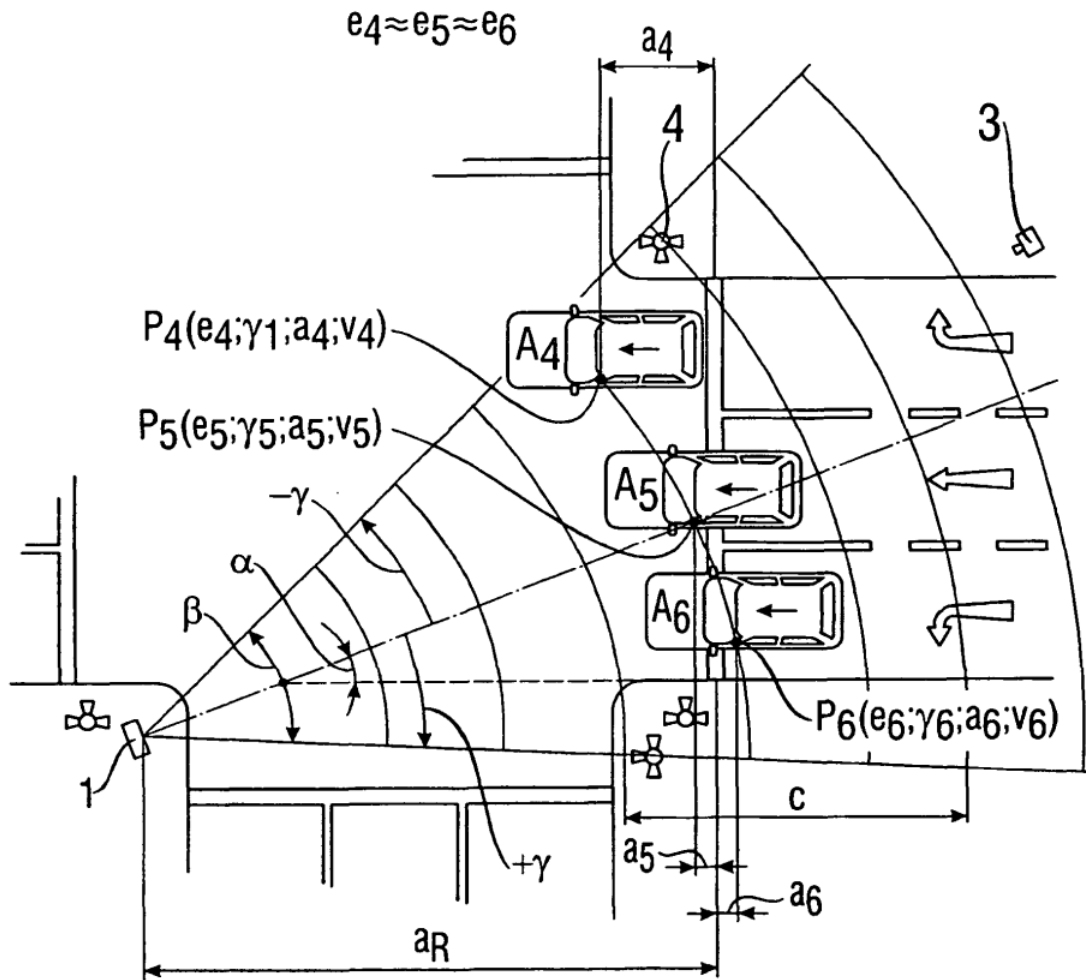
- 5 1. Procedimiento para la detección y la documentación de infracciones de tráfico en un semáforo, en el que se establece el paso de vehículos por un espacio de observación predeterminado, derivándose a partir de las señales de radar de un aparato (1) de radar reflejadas en el vehículo distancias para los puntos de incidencia respectivos, y estableciéndose si estas distancias y con ellas los puntos de incidencia se encuentran en el intervalo de distancias establecido por el espacio de observación, cuya posición relativa con respecto al punto de emisión y recepción de la radiación del radar se conoce, **caracterizado porque**
- 10 la radiación de radar del aparato de radar se orienta esencialmente a lo largo de la dirección de la calzada cubriendo varios carriles de una calzada, encerrando el cono de radar formado por la radiación de radar un espacio de observación que al menos parcialmente está antes de las líneas (2) de detención asociadas a los carriles según el sentido de circulación;
- 15 **porque** se determina la posición relativa de las líneas (2) de detención con respecto al punto de emisión y recepción de la radiación de radar;
- porque** la posición relativa de los puntos (P) de incidencia que están dentro del espacio de observación, se deriva con respecto al punto de emisión y recepción de la radiación de radar a partir de las señales de radar reflejadas, determinándose adicionalmente a la distancia de los puntos (10) de incidencia su ángulo (8) con respecto a un eje de radar del aparato (1) de radar, siendo el eje de radar el eje para el que el ángulo ( $\gamma$ ) es cero, y formando el eje de radar con la dirección de la calzada un ángulo ( $\alpha$ ) de colocación que es menor que 45° y que se deduce el carril a partir de la posición relativa de los puntos (P) de incidencia;
- 20 **porque** a partir de la posición relativa conocida de las líneas (2) de detención y las posiciones de los puntos (P) de incidencia, se obtiene la distancia (a) perpendicular respectiva a una línea (2) de detención y se asocia a los puntos (P) de incidencia;
- porque** a partir de las señales de radar se deriva también la velocidad (v) asociada a los puntos (P) de incidencia;
- 25 **porque** respectivamente a partir de una velocidad (v) derivada y la distancia perpendicular del punto (P) de incidencia a una línea (2) de detención se deduce el instante en el que el vehículo rebasa esta línea (2) de detención y se dispara una foto, cuando este instante se encuentra fuera de la fase verde de un semáforo (4) asociado a la línea (2) de detención.
- 30 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la velocidad (v) derivada respectiva se compara con un límite de velocidad prescrito para el carril en cuestión y también se dispara una foto cuando la velocidad (v) es mayor que el límite de velocidad.
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** a partir de la velocidad (v) derivada y una distancia conocida de una línea (2) de detención a un punto de fotografía fijo se obtiene el instante del disparo de al menos una foto.
- 35 4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** el punto de fotografía fijo se encuentra en la línea (2) de detención.
5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** el punto de fotografía fijo se encuentra a una distancia antes de una línea (2) de detención.
- 40 6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** la radiación de radar se orienta hacia los carriles inclinada un ángulo agudo verticalmente con respecto a la superficie de la calzada.
- 45 7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** se determina la distancia además mediante la medición del tiempo de ida y vuelta de un impulso con láser.



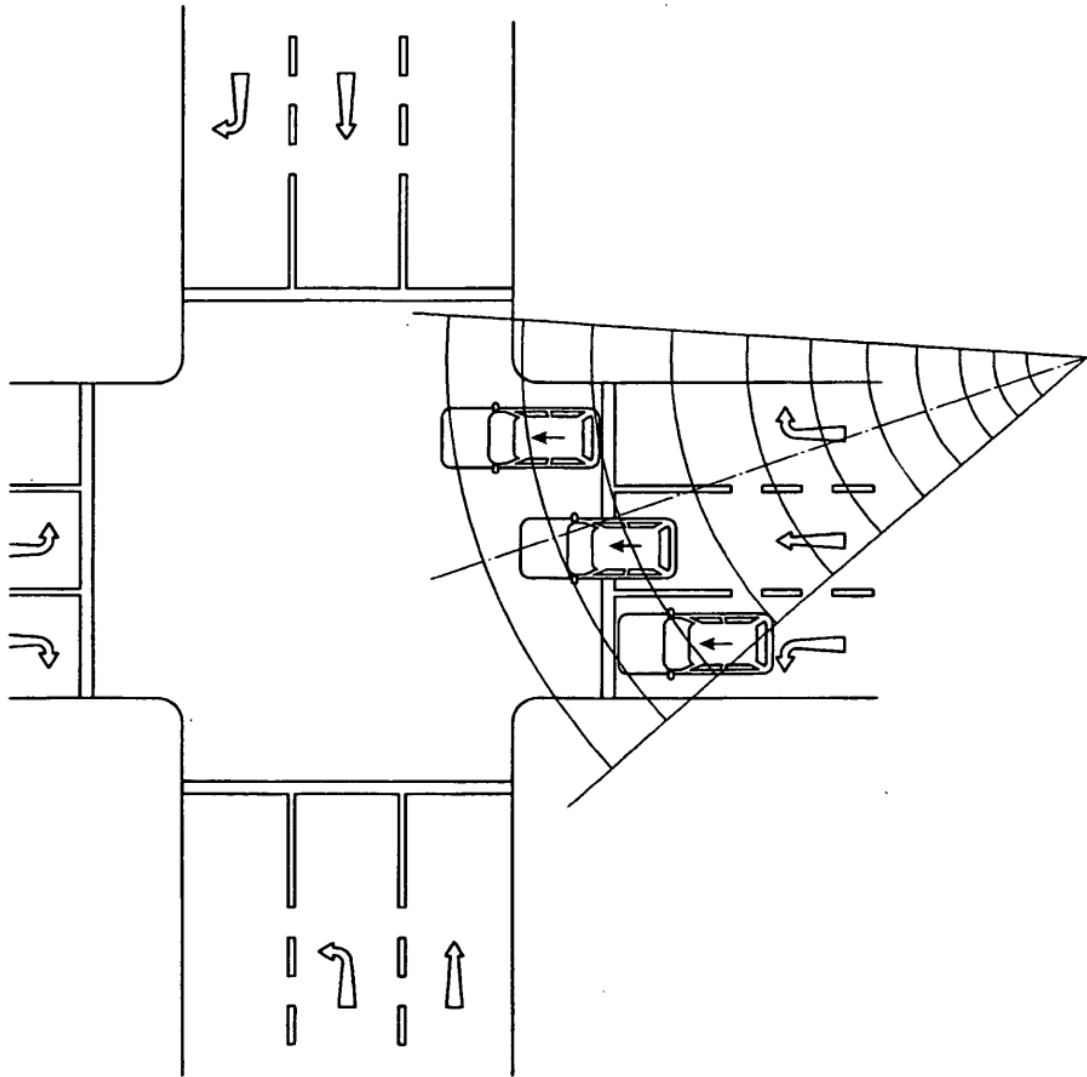
**Fig. 1**



**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 4**