

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 543 790**

51 Int. Cl.:

G01S 7/41 (2006.01)

G01S 13/06 (2006.01)

G01S 13/92 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.05.2013 E 13167406 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2015 EP 2804014**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para determinar un rasgo de un vehículo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.08.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

NAGY, OLIVER

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 543 790 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

Dispositivo y procedimiento para determinar un rasgo de un vehículo

5 La presente invención se refiere a un dispositivo y un procedimiento para determinar un rasgo característico de un vehículo que viaja por una vía. La invención se refiere además a una instalación con al menos dos de estos dispositivos.

10 La determinación de los rasgos característicos de los vehículos es importante para numerosas funciones en el control, la vigilancia y la facturación del tráfico. De esta manera, los vehículos individuales pueden detectarse y por ejemplo contarse o seguirse automáticamente, asignarse mediante los rasgos de ciertas clases de vehículos (por ejemplo, automóviles o camiones) y realizarse, controlarse y llevarse a cabo en peajes de carreteras o sistemas de tasas de aparcamiento que se forman en modelos de tarifa basados en clases o restricciones de circulación basadas en vehículos.

15 Para una determinación de los rasgos característicos se utilizan actualmente sobre todo sistemas ópticos, como barreras de luz, escáneres láser (por ejemplo US 2002/0140924 A1) o videocámaras. Por el documento EP 2 306 429 B1 se conoce por ejemplo un escáner láser operativo según un procedimiento de sección luminosa. Tales sistemas dependen de la buena visibilidad y por eso son muy sensibles a las condiciones climáticas; suelen fallar con lluvia, 20 nieve o pulverizaciones de espuma de las olas. Las lentes de las barreras de luz, escáneres láser y videocámaras también requieren una limpieza frecuente para permanecer listas para funcionar.

25 En sectores como las instalaciones de monitorización de flujo de tráfico se utilizan actualmente sistemas de radar que, desde un punto elevado, por ejemplo un mástil de antena junto a una autopista, pueden detectar los movimientos del vehículo mediante un radar Doppler y seguirlos en una imagen de radar. No obstante, la precisión de medición de estos sistemas de radar es limitada, y la evaluación de las velocidades requiere un alto esfuerzo computacional para crear la imagen de flujo de tráfico. En el documento EP 0 636 900 A2 se utilizan haces de radar para medir la velocidad y la distancia, con el fin de crear con ello una silueta del punto de medición de distancia del vehículo.

30 La invención tiene el objetivo de proporcionar un dispositivo y un procedimiento para determinar un rasgo característico de un vehículo, que se estropea con menos frecuencia y necesita menos inspecciones que los sistemas ópticos conocidos y es más sencillo, más económico y más preciso que los sistemas de radar conocidos.

35 Este objetivo se consigue en un primer aspecto de la invención con un dispositivo del tipo anteriormente mencionado, con:

40 un detector que está colocado sobre y/o en el lado de la vía y dirigido hacia la vía, que está configurado para medir el vector de movimiento del vehículo en una ubicación actual en un momento actual, una unidad de seguimiento conectada al detector para calcular una ubicación de destino del vehículo en un tiempo teórico sobre la base de la ubicación actual, el tiempo actual y el vector de movimiento, un primer sensor de radar unido al detector para transmitir un primer haz de radar dirigido hacia la ubicación actual, recibir un primer haz de radar reflejado y determinar un primer espectro de frecuencia del mismo, 45 un segundo sensor de radar unido a la unidad de seguimiento para transmitir un segundo haz de radar, dirigido hacia la ubicación de destino en el tiempo teórico, recibir un segundo haz de radar reflejado y determinar un segundo espectro de frecuencia del mismo, y una unidad de evaluación para generar el rasgo característico del vehículo de los espectros de frecuencia determinados, en el que los espectros de frecuencia forman el rasgo característico como una superficie sobre un plano frecuencia/tiempo.

50 La invención se basa en el conocimiento de los inventores, de que los espectros de frecuencia determinados reproducen rasgos del vehículo característicos. El vehículo y su estructura de superficie específica, como por ejemplo transiciones de superficies de carrocería a superficies acristaladas, espejos retrovisores, antenas, limpiaparabrisas, componentes de escape o equipos de refrigeración adjuntos, etc., reflejan respectivamente porcentajes de espectro específicos de los haces de radar emitidos y crean con ello un curso peculiar de los espectros de frecuencia como un rasgo característico del vehículo. En estos cambios del primer al segundo espectro de frecuencia determinado se representa un componente adicional del rasgo característico de vehículo. No es necesaria una interpretación de cada espectro de frecuencia. La denominada superficie forma en cierto modo una «huella digital» del vehículo y puede almacenarse, compararse e incluso evaluarse ópticamente de manera sencilla (sin otra interpretación de los porcentajes de espectro de los espectros de frecuencia). Esto reduce considerablemente el esfuerzo de evaluación en comparación con el estado conocido de la técnica. Los sensores de radar también son, en comparación con los 60 sensores ópticos, menos propensos a pérdidas de visibilidad que surgen en el tráfico rodado, así como a la suciedad.

65 Resulta ventajoso si puede controlarse el haz de radar del segundo sensor de radar. De esta manera, el segundo sensor de radar puede adaptarse fácilmente a diferentes requisitos del vehículo, por su aplicación o con respecto a la velocidad del vehículo (opcionalmente también el carril seleccionado); los haces de radar sucesivos también pueden emitirse en diferentes direcciones.

La controlabilidad direccional del segundo sensor de radar puede conseguirse, por ejemplo, por al menos dos antenas de radar secuencialmente controlables con distinta dirección de emisión; alternativa o adicionalmente también podría utilizarse una antena de radar mecánicamente giratoria. De manera especialmente preferente, el segundo sensor de radar tiene una antena de radar con característica direccional controlable en forma de un sistema de antenas controlado por fases. Con ello no son necesarios ningunas partes móviles mecánicas ni tampoco ninguna conmutación de una antena de radar a otra; de acuerdo con la invención, con ello se reduce adicionalmente la tasa de error y aumenta la disponibilidad del dispositivo.

Resulta ventajoso si la unidad de seguimiento está configurada para calcular al menos otro par de ubicación de destino/tiempo teórico, el segundo sensor de radar está configurado para determinar al menos otro espectro de frecuencia de la manera anteriormente mencionada, y la unidad de evaluación está configurada para generar el rasgo característico de todos los espectros de frecuencia determinados. Estos otros espectros de frecuencia, que se determinan en un vehículo que pasa, permiten dejar aún más claro el rasgo característico del vehículo al integrar los cambios de los espectros de frecuencia en varios pasos.

En una forma de realización preferente de la invención, el primer y el segundo sensor de radar están formados por un sensor de radar común cuya dirección puede controlarse, por el cual se ahorra un sensor de radar. En una forma de realización especialmente preferente de la invención, el detector puede además estar formado por un primer sensor de radar, que mide preferentemente mediante una evaluación Doppler el haz de radar reflejado del vector de movimiento con respecto a su velocidad en la dirección de marcha de la vía. Con ello no es necesario ningún otro sensor para la detección de la ubicación actual y el momento actual del vehículo; para la detección es suficiente en esta forma de realización la identificación de un vehículo mediante una evaluación del primer haz de radar reflejado, por ejemplo en el espectro de frecuencia. Si no se detecta ningún vehículo, el primer sensor de radar puede, de esta manera, por ejemplo en intervalos de tiempo regulares, emitir un primer haz de radar dirigido a la ubicación actual hasta que se detecte un vehículo.

Resulta especialmente ventajoso si el vector de movimiento se determina en su dirección por la dirección de marcha de la vía, dado que en este caso ya se determina un haz de radar reflejado del vector de movimiento mediante una evaluación Doppler determinada de la velocidad del vehículo.

En una forma de realización especialmente ventajosa de la invención, el dispositivo comprende además una base de datos para grabar los rasgos de referencia característicos de los vehículos de referencia de una clase de vehículo conocida, en el que la unidad de evaluación está configurada además para comparar el rasgo característico generado con los rasgos de referencia y, en caso de coincidencia, emitir la clase de vehículo del vehículo de referencia encontrado. Un vehículo es clasificable con ello mediante los espectros de frecuencia de los haces de radar reflejados, que representan en cierto modo una «huella digital» del vehículo. Puede omitirse una clasificación de picos individuales en los espectros de frecuencia, por ejemplo para las piezas adosadas o toda la imagen (óptica) del vehículo, como sería necesario en un reconocimiento de imágenes óptico; los rasgos de referencia pueden crearse simplemente por «programación», es decir, por la grabación de los espectros de frecuencia, los mismos vehículos o similares de una clase conocida.

En un segundo aspecto, la invención proporciona una instalación que comprende al menos dos de los dispositivos mencionados, en la que los dispositivos están instalados a una distancia unos de otros sobre un puente que cruza la vía, y en la que preferentemente al menos dos de los dispositivos están dirigidos hacia diferentes carriles. De esta manera, pueden evaluarse varios carriles mediante una instalación. En caso de varios dispositivos dirigidos a un carril, los espectros de frecuencia pueden aproximarse a este dispositivo con la expresión más clara o un promedio de los espectros de frecuencia de los dispositivos, por los que la instalación se vuelve menos propensa a errores, por ejemplo, por la selección de carril imprecisa de un vehículo.

En un tercer aspecto, la invención proporciona un procedimiento para determinar un rasgo característico de un vehículo que viaja por una vía, que comprende:

la transmisión de un primer haz de radar dirigido hacia la ubicación actual en un tiempo actual, la recepción de un primer haz de radar reflejado y la determinación de un primer espectro de frecuencia del mismo, con medición simultánea, previa o posterior del vector de movimiento del vehículo en una ubicación actual mediante un detector colocado sobre y/o en el lado de la vía y el cálculo de la ubicación de destino del vehículo en un tiempo teórico sobre la base de la ubicación actual, el tiempo actual y el vector de movimiento;

la transmisión de un segundo haz de radar, dirigido hacia la ubicación de destino en el tiempo teórico, la recepción de un segundo haz de radar reflejado y la determinación de un segundo espectro de frecuencia del mismo;

y la generación de un rasgo característico del vehículo de los espectros de frecuencia determinados, en el que los espectros de frecuencia forman el rasgo característico como una superficie sobre un plano frecuencia/tiempo.

Respecto a las ventajas del procedimiento de acuerdo con la invención, se remite a las realizaciones que preceden al dispositivo.

Resulta especialmente ventajoso si al menos se calcula otro par de ubicación de destino/tiempo teórico y por ello se

determina al menos otro espectro de frecuencia de la misma manera anteriormente mencionada, en la que el rasgo característico se genera de todos los espectros de frecuencia determinados. A este respecto resulta ventajoso si para calcular cada par de ubicación de destino/tiempo teórico se mide respectivamente otro vector de movimiento. Con ello también es posible un mejor seguimiento del vehículo en un cambio de velocidad y/o dirección de marcha. Si el seguimiento es lo más sencillo posible, resulta de esta manera ventajoso si el vector de movimiento se mide con respecto a su velocidad en la dirección de marcha de la vía mediante una evaluación Doppler del haz de radar reflejado.

Resulta ventajoso si el par de ubicación de destino/tiempo teórico se determina por la detección del momento actual de una parte del vehículo en una ubicación actual predefinida, en la que la parte del vehículo se detecta por comparación del espectro de frecuencia del primer haz de radar reflejado con un espectro de frecuencia de referencia determinado en una vía vacía. Esto representa un criterio de decisión muy simple para la detección de un vehículo.

Según una forma de realización ventajosa de la invención, el procedimiento se utiliza además para la clasificación de un vehículo, en la que el rasgo característico generado se compara con los rasgos de referencia de los vehículos de referencia de la clase de vehículo conocida y, en caso de coincidencia, se emite la clase de vehículo del vehículo de referencia encontrado.

La invención se explica más en detalle a continuación mediante un ejemplo de realización representado en los dibujos que se adjuntan. En los dibujos se muestran:

- Fig. 1 un dispositivo según la invención para determinar un rasgo característico de un vehículo esquemáticamente en una vista lateral en sentido transversal a la dirección de marcha de una vía;
- Fig. 2 una pantalla de esquema modular de un ejemplo del dispositivo según la Fig. 1;
- Fig. 3 un ejemplo para un diagrama frecuencia/tiempo de los espectros de frecuencia, que se determinaron con un dispositivo según las Fig. 1 o 2;

Fig. 4a y 4b una instalación con varios dispositivos según la Fig. 1 o 2 en una vista en planta (Fig. 4a) o una vista en dirección vertical a la vía (Fig. 4b).

En las Fig. 1 y 2 está mostrado un dispositivo 1 para determinar un rasgo característico M de un vehículo 2, que circula con una velocidad v a lo largo de un vector de movimiento 3 en la dirección de marcha 4 en una vía 5. Un primer sensor de radar 6 envía un primer haz de radar 7, que está dirigido a una ubicación actual P₁, en la que el vehículo 2 se detecta por un detector 8. El primer haz de radar 7 se refleja al menos parcialmente por el vehículo 2. El primer sensor de radar 6 recibe en consecuencia un primer haz de radar 9 reflejado en el vehículo 2 y determina un primer espectro de frecuencia F₁ del mismo de una manera conocida, por ejemplo mediante transformada rápida de Fourier (FFT, por sus siglas en inglés).

El detector 8 detecta no solo un vehículo 2 en una ubicación actual P₁ en un momento actual t₁, sino que también mide el vector de movimiento 3 de un vehículo 2, es decir, antes, simultáneamente o después de la emisión del primer haz de radar 7. Para esto, el detector 8 puede presentar barreras de luz que cruzan (no representadas) por ejemplo en una ubicación actual P₁ en una altura adecuada en sentido transversal sobre la vía 5 o estar formadas como sensores de láser o sensores de radar independientes. El detector 8 puede estar dirigido de manera fija a la ubicación actual P₁ y a este respecto detectar la presencia de un vehículo 2 en esta, medir a este respecto el momento actual t₁ de la presencia y registrar el par de ubicación de destino/tiempo teórico P₁, t₁; alternativamente, el detector 8 también puede, por ejemplo, estar formado como un escáner láser de vía y registrar a este respecto el lugar de detección de un vehículo junto con el punto de detección como un par de ubicación de destino/tiempo teórico P₁, t₁.

En el ejemplo de la Fig. 1, el detector 8 está formado por el mismo primer sensor de radar 6, que determina el par de ubicación de destino/tiempo teórico P₁, t₁ por la detección del momento actual t₁ de una parte del vehículo 2 en una ubicación actual P₁ predeterminada, a la que está dirigido el primer sensor de radar 6 de manera fija. La parte del vehículo (en este caso un componente de escape 10 de gran altura) se detecta en este ejemplo por la comparación del espectro de frecuencia F₁ del primer haz de radar reflejado 7 con un espectro de frecuencia de referencia determinado en una vía vacía 5.

Para llevar a cabo una detección de los rasgos característicos M de un vehículo 2, resulta útil una selección de radar adecuada del sistema de radar, en la que resulta muy ventajoso un radar de banda ancha, por ejemplo un radar de banda ultraancha. Los rasgos característicos en forma de objetos de vehículo especiales (por ejemplo, superestructuras, partes de carrocería, etc.) ofrecen en este caso un indicio para la selección adecuada del rango de frecuencia, cuyas dimensiones mecánicas se corresponden con la longitud de onda (o sus múltiplos) del haz de radar.

El dispositivo 1 mide el vector de movimiento 3 según la Fig. 1 por ejemplo mediante una evaluación Doppler del primer haz de radar reflejado 9, es decir, con respecto a su velocidad v bajo la suposición del sentido de marcha 4 de la vía 5 como dirección de movimiento del vehículo 2. De manera alternativa, el dispositivo 1 podría determinar el vector de movimiento 3 de otras maneras conocidas, por ejemplo de la medición de al menos dos posiciones del vehículo y momentos sucesivos.

Una unidad de seguimiento 11 conectada al detector 8 calcula sobre la base de la ubicación actual P_1 , el momento actual t_1 y el vector de movimiento 3 del vehículo 2 una ubicación de destino P_2 , en el que vehículo 2 debería encontrarse en un tiempo teórico t_2 también calculado. Para este cálculo, el dispositivo 1 puede tener límites de intervalo, dentro de los que deberían encontrarse en este cálculo la ubicación de destino P_2 y/o el tiempo teórico t_2 correspondiente.

A continuación, un segundo sensor de radar 12, unido a una unidad de seguimiento 11, emite un segundo haz de radar 13 dirigido hacia la ubicación de destino P_2 en el tiempo teórico t_2 , recibe un segundo haz de radar reflejado 14 del vehículo 2 y determina un segundo espectro de frecuencia F_2 del mismo. Si se desea, la unidad de seguimiento 11 puede calcular otros pares de ubicación de destino/tiempo teórico P_i, t_i ($i = 3, 4, 5...$), en los que para el cálculo de cada par de ubicación de destino/tiempo teórico P_i, t_i puede medirse opcionalmente otro vector de movimiento 3 del vehículo 2 para aumentar de la precisión; el segundo sensor de radar 12 también envía después, como se muestra en la Fig. 1, otros segundos haces de radar 13' o recibe otros segundos haces de radar reflejados 14' y determina otros espectros de frecuencia F_i ($i = 3, 4, 5...$) de los mismos.

Como se conoce por el estado de la técnica, los sensores de radar 6, 12 envían sus haces de radar 7, 13, 13' por las antenas de radar 15, 16 con cada característica direccional con forma de lóbulo 17, en la que los ejes centrales de los lóbulos de radiación principales 17 se consideran como las principales direcciones de radiación 18 dirigidas a las ubicaciones actuales o de destino P_j ($j = 1, 2, 3...$), véase la Fig. 1. El ángulo de apertura o de concentración de un lóbulo de radiación 17 depende de la directividad de las respectivas antenas 15, 16, que se define también mediante la llamada «ganancia de la antena». Cuanto mayor sea la directividad de las antenas de radar 15, 16, mayor será la energía del radar en la principal dirección de radiación 18 y se destacarán individualmente de manera más pronunciada las partes del vehículo encontradas por los haces de radar 7, 13, 13' emitidos en los espectros de frecuencia F_j ($j = 1, 2, 3...$). Por el contrario, cuanto más pequeña sea la directividad de los lóbulos de radiación 17, es decir, cuanto más pequeña sea la ganancia de la antena, mayor será la variedad esperada de picos de amplitud que surgen en los espectros de frecuencia F_j .

De manera ventajosa, en la selección de la directividad de la antena hay un mayor ancho de apertura de haz en sentido transversal a la vía 5 y una menor ancho de apertura de haz a lo largo de la vía 5.

Para alinear el segundo haz de radar 13 a las diversas ubicaciones de destino P_2 , puede controlarse la dirección del segundo haz de radar 13 del sensor de radar 12, especialmente si se calculan otros pares de ubicación de destino/tiempo teórico P_i, t_i y para ello deberían determinarse otros espectros de frecuencia F_i . Para ello, el segundo sensor de radar 12 puede estar provisto de varias antenas de radar 16 secuencialmente controlables y orientadas de manera diferente o puede ajustarse mecánicamente un segundo radar de antena 16.

En el presente ejemplo de realización, la segunda antena de radar 16 tiene una característica direccional, que se forma mediante un sistema de antenas controlado por fases. Se entiende que también puede controlarse la dirección del primer haz de radar 7 del primer sensor de radar 6. Además, si se desea, el primer y el segundo sensor de radar 6, 12 pueden estar formados por un sensor de radar 12 común cuya dirección se puede controlar (no representado).

Volviendo a la Fig. 2, una unidad de evaluación 19 genera el rasgo característico M del vehículo 2 del primer y el segundo espectro de frecuencia F_1, F_2 y de los otros posibles espectros de frecuencia F_i , es decir, de todos los espectros de frecuencia F_j .

Como rasgo característico M del vehículo 2 pueden utilizarse a este respecto los espectros de frecuencia F_j de todo el vehículo 2 o partes de su estructura superficial, por ejemplo una o varias piezas adosadas del vehículo 2, como el denominado componente de escape 10, un equipo de refrigeración 20, espejos retrovisores 21, parachoques 22, faros 23, deflectores de aire 24 o su parrilla de radiador 25. En general, los espectros de frecuencia determinados F_j representan directamente o en un tratamiento posterior el rasgo característico M del vehículo 2. En principio, también pueden utilizarse, además de la frecuencia, la polarización de los haces de radar 7, 9, 13, 14, 14' para determinar el rasgo característico M.

En el ejemplo de la Fig. 3 se aplican los espectros de frecuencia determinados F_j como una superficie 26 sobre el plano frecuencia/tiempo f/t . La superficie 26 forma de esta manera en conjunto el rasgo característico M del vehículo 2 y con ello en cierto modo una «huella digital» del vehículo 2. En la representación de la Fig. 3 puede verse que, a causa del seguimiento del vehículo 2 y de la formación y aplicación de varios espectros de frecuencia F_j , el rasgo característico M del vehículo 2 se influye por el cambio temporal de los espectros de frecuencia F_j . Mediante el curso temporal, los distintos vehículos 2, que presentan espectros de frecuencia F_j semejantes en perspectivas individuales, pueden, no obstante, diferenciarse y evitarse errores en la determinación del rasgo característico M de un vehículo 2. El curso temporal de los espectros de frecuencia F_j representa una firma radar espacial de distintos ángulos de aspecto de un rasgo característico M.

- La superficie 26 representada en la Fig. 3 se determina y se define con las amplitudes A de los espectros de frecuencia F_j ; sin embargo, de manera alternativa o adicional, también pueden tenerse en cuenta y aplicarse las fases de los espectros de frecuencia F_j . Igualmente, como se indica en la Fig. 3, los espectros de frecuencia F_j y la superficie 26 podrían formarse en función de un ángulo de emisión α medido frente a la principal dirección de radiación 18 del primer haz de radar 7 o las ubicaciones actuales y de destino P_j en vez del tiempo t , por ejemplo cuando las velocidades v muy variables de un vehículo 2 llevarían a una resolución desigual o una distorsión de la superficie 26.
- Si se desea, los espectros de frecuencia F_j pueden almacenarse, por ejemplo, en forma de superficies 26, en una base de datos 27 opcional del dispositivo 1 como rasgos de referencia característicos (M_{Ref}) de los vehículos de referencia. Si estos vehículos de referencia se asignan a ciertas clases de vehículos, la unidad de evaluación 19 puede comparar el rasgo característico M generado de un vehículo 2 con los rasgos de referencia característicos M_{Ref} de la base de datos 27 en un nivel de clasificación 28 y, en caso de coincidencia, emitir la clase de vehículo C del vehículo de referencia encontrado, es decir, clasificar el vehículo 2.
- Según los ejemplos en las Fig. 4a y 4b, pueden combinarse varios de los dispositivos 1 (en este caso, 1a, 1b, 1c, 1d) en una instalación 29. En este ejemplo, los dispositivos 1a, 1b, 1c, 1d están instalados a una distancia unos de otros sobre un puente 30 que cruza la vía 5, en el que dos dispositivos 1a, 1b están dirigidos hacia un carril 31a y los otros dispositivos 1c y 1d, hacia el carril adyacente 31b.
- Como se muestra en la Fig. 4, las direcciones de radiación 18 pueden presentar, en un plano transversal a la dirección de la marcha 4 en comparación con uno perpendicular 32 en la vía 5, ángulos β distintos y, si se desea, incluso variables. Además, los dispositivos 1a, 1b, 1c, 1d están unidos entre sí por una conexión de datos 33 y con una unidad de computación 34. La unidad de computación 34 podría grabar los rasgos característicos M de los vehículos 2 u, opcionalmente, los resultados de clasificación y/o transmitirlos a una centralita, por ejemplo de un sistema de peaje de carreteras (no representada). Además, si se desea, las tareas individuales del detector 8, la unidad de seguimiento 11, así como los sensores de radar 6, 12 y la unidad de evaluación 19 pueden desviarse a la unidad de computación 34, que en este caso puede llevar a cabo estas tareas, por ejemplo el seguimiento o un análisis de espectro, también de manera central para todos los dispositivos 1a, 1b, 1c, 1d.
- Se entiende que la vía 5 de las Fig. 4a y 4b también puede ser de más de dos carriles y/o los carriles 31a, 31b pueden tener diferentes direcciones de marcha 4 el uno del otro. También pueden utilizarse uno o más de dos dispositivos 1 para cada carril 31a, 31b y estos, si se desea, también pueden estar dirigidos en el lado de la vía 5 o delante o detrás de una curva, incluso en el recorrido de la vía 5, hasta que puedan enviarse los haces de radar 7, 13, 13' de un vehículo que pasa.
- La invención no está limitada a las formas de realización representadas, sino que comprende todas las variantes, modificaciones y combinaciones de las medidas presentadas, que están incluidas en el marco de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para determinar un rasgo característico (M) de un vehículo (2) que viaja por una vía (5), con:

5 un detector (8), que está colocado sobre y/o al lado de la vía (5), dirigido hacia la vía (5), y configurado para medir el vector de movimiento (3) del vehículo (2) en una ubicación actual (P_1) en un momento actual (t_1), una unidad de seguimiento (11), conectada al detector (8), para calcular una ubicación de destino (P_2) del vehículo (2) en un tiempo teórico (t_2) basado en la ubicación actual (P_1), el tiempo actual (t_1) y el vector de movimiento (3),
 10 un primer sensor de radar (6), unido al detector (8), para transmitir un primer haz de radar (7) dirigido hacia la ubicación actual (P_1), recibir un primer haz de radar reflejado (9) y determinar un primer espectro de frecuencia (F_1) del mismo,
 un segundo sensor de radar (12), unido a la unidad de seguimiento (11), para transmitir un segundo haz de radar (13), dirigido hacia la ubicación de destino (P_2) en el tiempo teórico (t_2), recibir un segundo haz de radar reflejado (14) y determinar un segundo espectro de frecuencia (F_2) del mismo, y
 15 una unidad de evaluación (19) para generar el rasgo característico (M) del vehículo (2) a partir de los espectros de frecuencia determinados (F_1 , F_2), caracterizado **por que** los espectros de frecuencia (F_j) forman el rasgo característico (M) como una superficie (26) sobre un plano frecuencia/tiempo.

20 2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** puede controlarse la dirección del haz de radar (13) del segundo sensor de radar (12).

3. Dispositivo según la reivindicación 2, **caracterizado por que** el segundo sensor de radar (12) tiene una antena de radar (16) con característica direccional controlable en forma de un sistema de antenas controlado por fases.

25 4. Dispositivo según las reivindicaciones 2 o 3, **caracterizado por que** la unidad de seguimiento (11) está configurada para calcular al menos otro par de ubicación de destino/tiempo teórico (P_i t_i), por que el segundo sensor de radar (12) está, para este propósito, configurado para determinar al menos otro espectro de frecuencia (F_i) de la manera anteriormente mencionada, y por que la unidad de evaluación (19) está configurada para generar el rasgo característico (M) de todos los espectros de frecuencia determinados (F_j).
 30

5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 2 a 4, **caracterizado por que** el primer y el segundo sensores de radar (6, 12) están formados por un sensor de radar (12) común cuya dirección puede controlarse.

35 6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** el detector (8) está formado por el primer sensor de radar (6), que mide la velocidad (v) del vector de movimiento (3) en la dirección de marcha (4) de la vía (5), preferentemente mediante una evaluación Doppler del haz de radar reflejado (9).

7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 6, además con:

40 una base de datos (27) para grabar los rasgos de referencia característicos (M_{Ref}) de los vehículos de referencia de una clase de vehículo conocida (C), en el que la unidad de evaluación (19) está configurada además para comparar el rasgo característico generado (M) con los rasgos de referencia (M_{Ref}) y, en caso de coincidencia, emitir la clase de vehículo (C) del vehículo de referencia encontrado.

45 8. Instalación que comprende al menos dos dispositivos según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** los dispositivos (1a, 1b, 1c, 1d) están instalados a una distancia unos de otros sobre un puente (30) que cruza la vía (5), en donde preferentemente al menos dos de los dispositivos (1a, 1b, 1c, 1d) están dirigidos hacia diferentes carriles (31a, 31b).

50 9. Procedimiento para determinar un rasgo característico (M) de un vehículo (2) que viaja por una vía (5), que comprende:

la transmisión de un primer haz de radar (7) dirigido hacia la ubicación actual (P_1) en un tiempo actual (t_1), la recepción de un primer haz de radar reflejado (9) y la determinación de un primer espectro de frecuencia (F_1) del mismo, con medición simultánea, previa o posterior del vector de movimiento (3) del vehículo (2) en una ubicación actual (P_1) mediante un detector (8) colocado sobre y/o al lado de la vía (5) y el cálculo de una ubicación de destino (P_2) del vehículo (2) en un tiempo teórico (t_2) basado en la ubicación actual (P_1), el tiempo actual (t_1) y el vector de movimiento (3),
 55 la transmisión de un segundo haz de radar (13), dirigido hacia la ubicación de destino (P_2) en el tiempo teórico (t_2), la recepción de un segundo haz de radar reflejado (14) y la determinación de un segundo espectro de frecuencia (F_2) del mismo,
 60 y la generación de un rasgo característico (M) del vehículo (2) a partir de los espectros de frecuencia determinados (F_1 , F_2), **caracterizado por que** los espectros de frecuencia (F_j) forman el rasgo característico (M) como una superficie (26) sobre un plano frecuencia/tiempo.

65

10. Procedimiento según la reivindicación 9, **caracterizado por que** se calcula al menos otro par de ubicación de destino/tiempo teórico ($P_i t_i$) y para este propósito se determina al menos otro espectro de frecuencia (F_i) de la manera anteriormente mencionada, en la que el rasgo característico (M) se genera a partir de todos los espectros de frecuencia determinados (F_i).
- 5
11. Procedimiento según la reivindicación 10, **caracterizado por que**, para calcular cada par de ubicación de destino/tiempo teórico ($P_i t_i$), se mide respectivamente otro vector de movimiento (3).
- 10
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 11, **caracterizado por que** la velocidad (v) del vector de movimiento (3) se mide en la dirección de marcha (4) de la vía (5) mediante una evaluación Doppler del haz de radar reflejado (14, 14').
- 15
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 12, **caracterizado por que** el par de ubicación actual/tiempo teórico (P_1, t_1) se determina mediante la detección del momento actual (t_1) de una parte (10, 20, 21, 22, 23, 24, 25) del vehículo (2) en una ubicación actual (P_1) predefinida, en el que la parte del vehículo (10, 20, 21, 22, 23, 24, 25) se detecta por comparación del espectro de frecuencia (F_1) del primer haz de radar reflejado (9) con un espectro de frecuencia de referencia determinado en una vía vacía (5).
- 20
14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 13, además de para la clasificación de un vehículo (2), **caracterizado por que** el rasgo característico (M) generado se compara con los rasgos de referencia (M_{Ref}) de los vehículos de referencia de la clase de vehículo conocida (C) y, en caso de coincidencia, se emite la clase de vehículo (C) del vehículo de referencia encontrado.

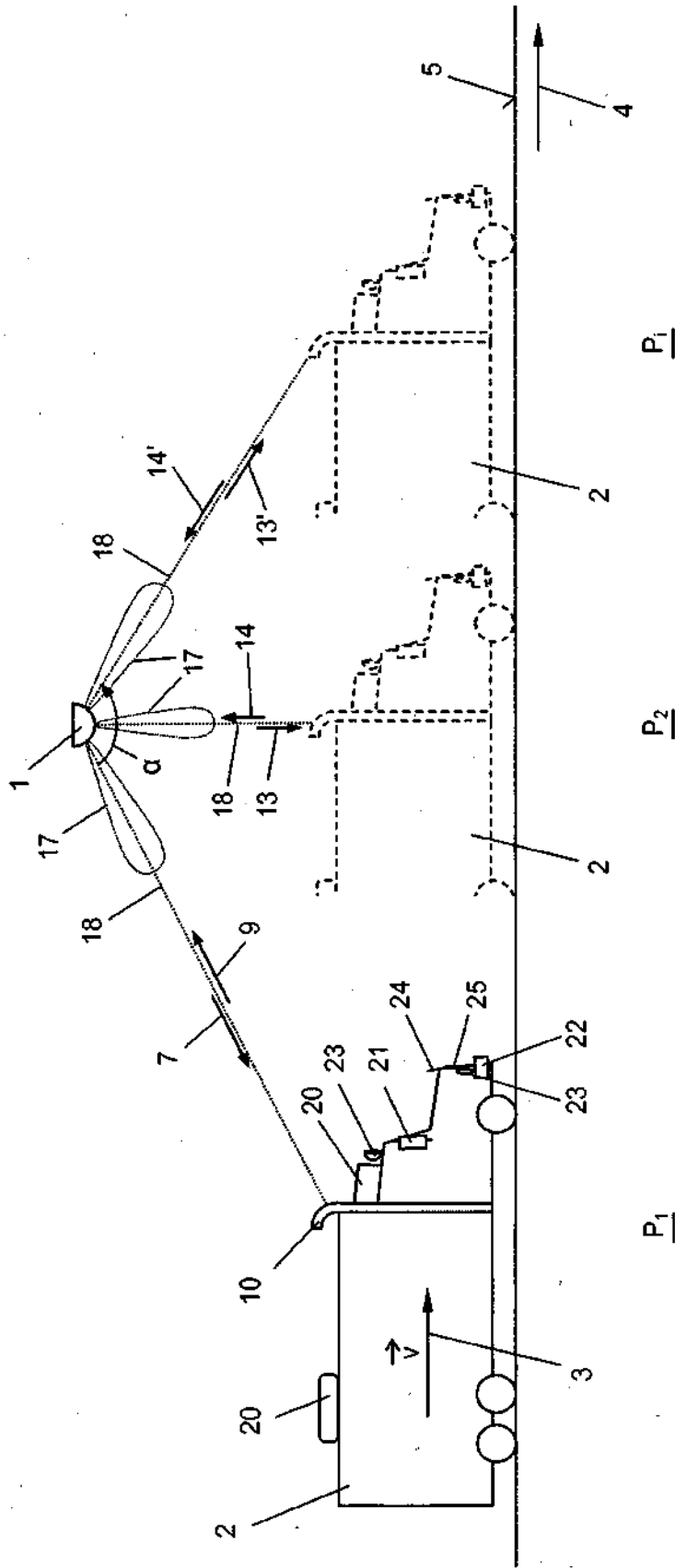


Fig. 1

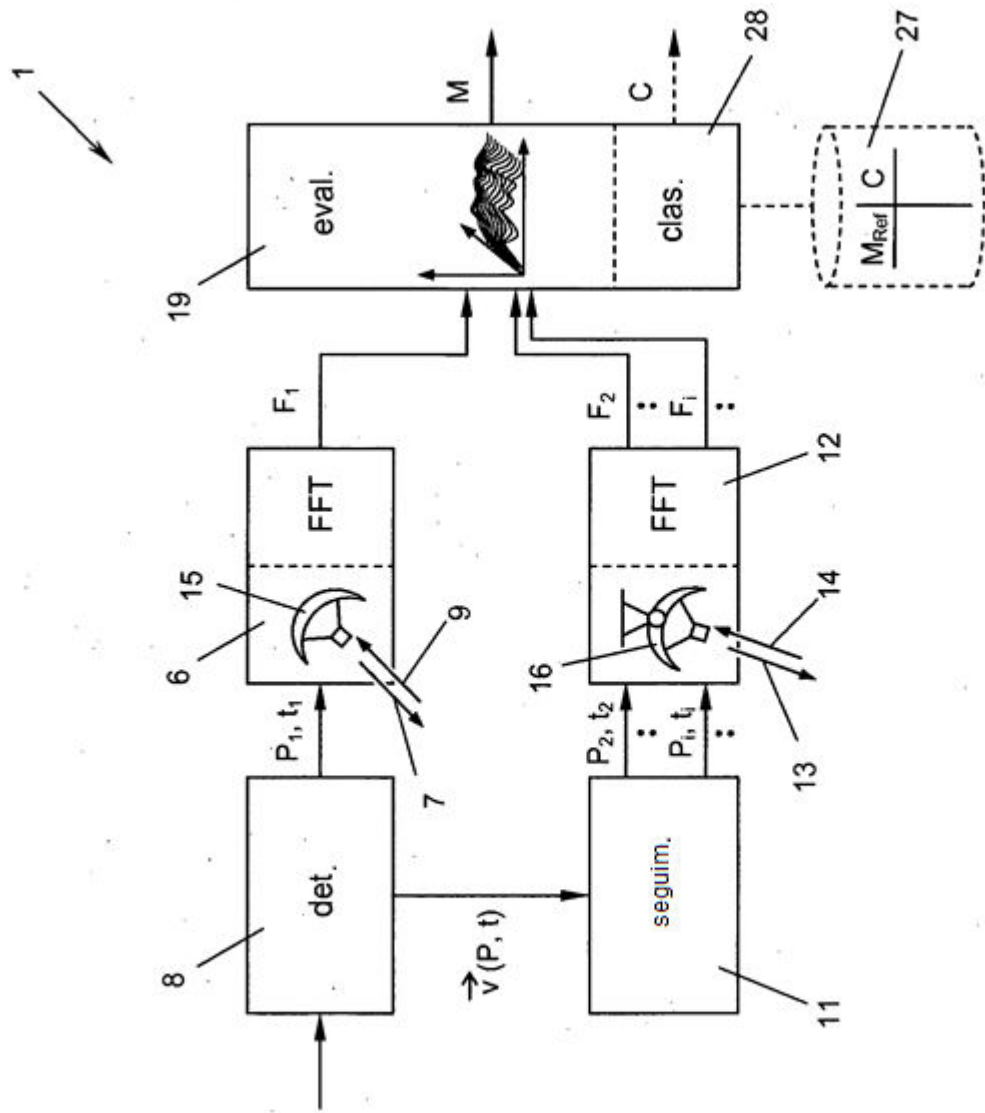


Fig. 2

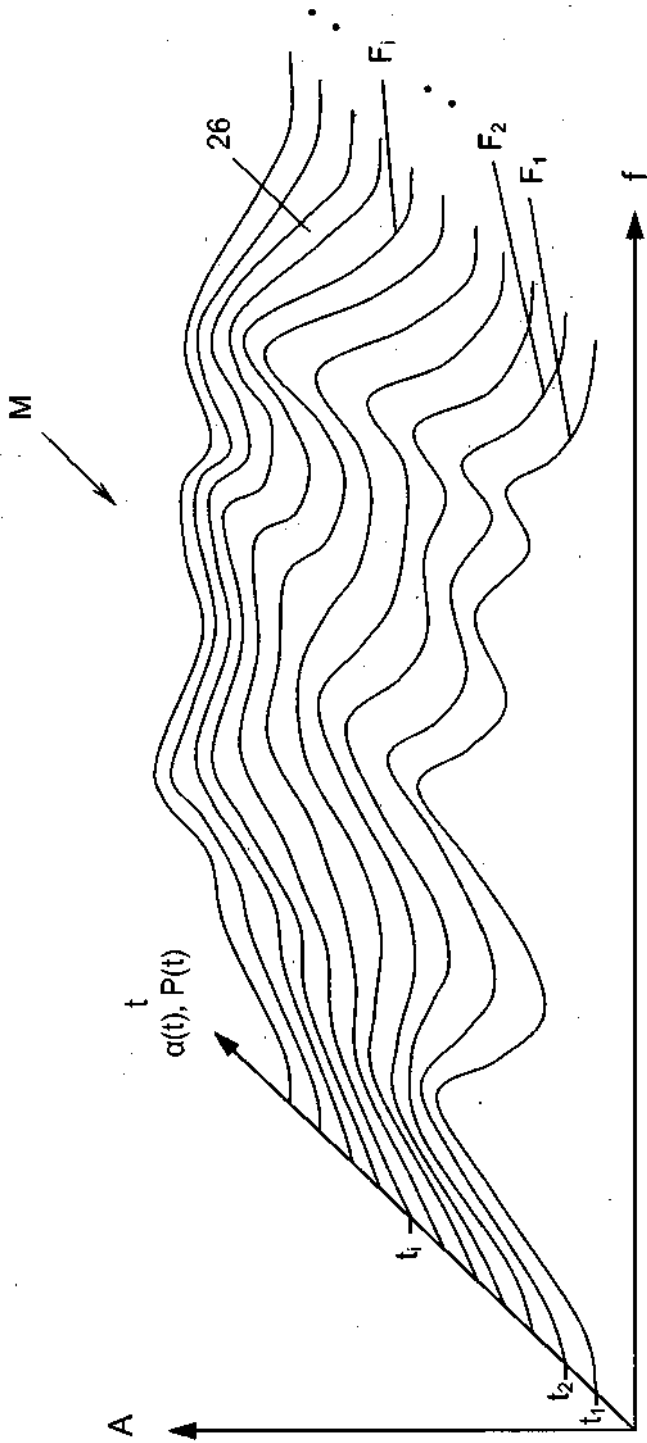


Fig. 3

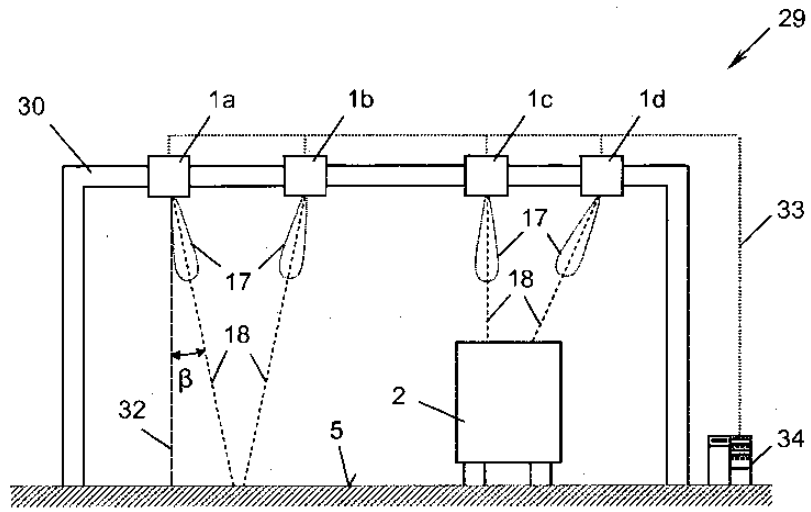


Fig. 4a

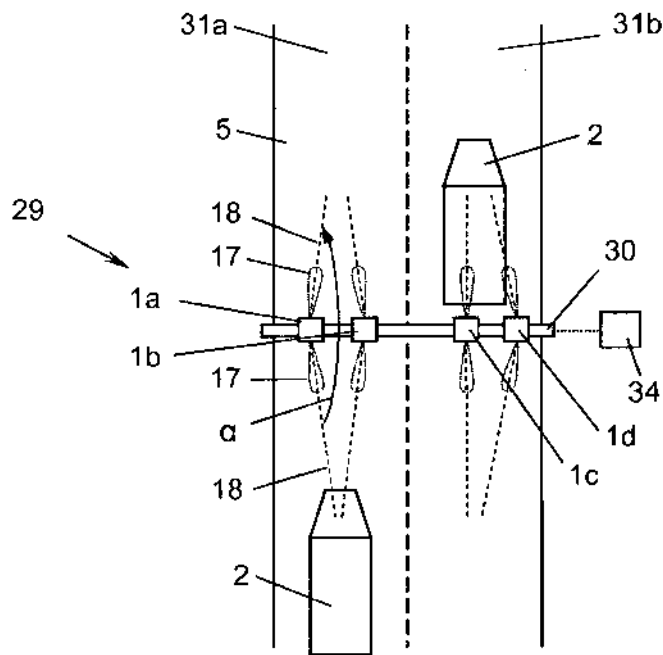


Fig. 4b