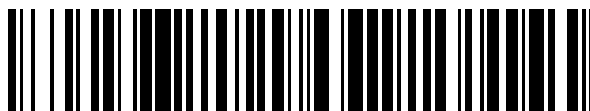


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 622 928**

51 Int. Cl.:

G01S 7/41 (2006.01)

G01S 13/52 (2006.01)

G01S 13/58 (2006.01)

G01S 13/91 (2006.01)

G08G 1/015 (2006.01)

G01S 13/86 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.02.2014** **E 14155688 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.01.2017** **EP 2910968**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para la detección de un eje de rueda de un vehículo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.07.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

NAGY, OLIVER

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 622 928 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 la detección de un eje de rueda de un vehículo

La presente invención se refiere a un dispositivo y un procedimiento para la detección de un eje de rueda de un vehículo en marcha sobre una calzada.

Para la detección de ejes de rueda de un vehículo en marcha, hoy en día, se incorporan lazos de inducción a la calzada o a su infraestructura, los cuales al pasar por encima pueden detectar un eje de rueda mediante la conductividad magnética, en particular de llantas de rueda metálicas. Sensores de este tipo, sin embargo, requieren durante el montaje, mantenimiento o bien cambio medidas estructurales costosas en la calzada. Aparte de esto, ensuciamientos o daños en la calzada, p. ej., por helada, en la cercanía de tales sensores conducen a interferencias o señales erróneas.

Alternativamente a ello se detectan las distintas ruedas de un vehículo por medio de correspondientes algoritmos de evaluación, con ayuda de su forma en una fotografía de un lado del vehículo, o un modelo 3D generado mediante escaneo por láser del lado del vehículo, p. ej., de acuerdo con la solicitud de patente US 2002/0140924 A1, y a partir de ello se deducen los ejes de rueda. En este caso, sin embargo, dificulta la correcta evaluación cada una de las estructuras circulares en el vehículo - p. ej., un tambor de manguera o, en el caso de fotografías, incluso representaciones como rótulos publicitarios -; escaneo láser y creación de modelo 3D también son procedimientos muy costosos. Aparte de esto, procedimientos ópticos de este tipo son propensos a estropearse frente a obstáculos a la visibilidad, p. ej., a causa de niebla, nevada o ensuciamiento de la óptica de medición. Además, a partir de una detección de una única rueda montada en un lado no se puede deducir de manera fiable un eje de rueda de un vehículo; también podría tratarse de una rueda de repuesto fijada lateralmente o un eje elevado del vehículo, generalmente no tomado en consideración.

Además, es conocido detectar ruedas de un vehículo en marcha sobre una calzada con ayuda de un sensor de radar montado en el lateral de la calzada o en un vehículo de medición, véase la patente EP 2 538 239 B1, o bien la solicitud de patente WO 2012/175470 A1 de la solicitante. En este caso, se detecta una rueda mediante orientación adecuada del sensor de radar hacia el lateral del vehículo y el agrupamiento de su rayo de medición aproximadamente a la altura del eje de rueda en el espectro de frecuencias del rayo de medición de radar reflejado a consecuencia del giro de la rueda y el desplazamiento de frecuencia Doppler del rayo de medición reflejado. El sensor de radar está, en este caso, orientado individualmente hacia el vehículo y su rueda, para lo cual se predetermina la distancia del vehículo que pasa de largo comparado con el sensor de radar.

Como se describe detalladamente en el mencionado documento WO 2012/175470 A1, en una zona de incidencia del rayo de medición sobre el vehículo, o bien rueda, se producen diferentes desplazamientos de frecuencia Doppler y, por lo tanto, una "partición" o bien "separación" de la frecuencia del rayo de medición y, con ello, un espectro de frecuencia de recepción, mediante el cual pueden ser detectadas ruedas con alta precisión.

No obstante, en los procedimientos ópticos y basados en radar especificados, es difícil el posicionamiento correcto de las cámaras, escáneres o bien sensores de radar y apenas se pueden prevenir superposiciones por otros vehículos, en particular en calzadas de varios carriles.

La invención se pone como objetivo, crear un dispositivo y un procedimiento para la detección de un eje de rueda de un vehículo en marcha sobre una calzada, los cuales con esfuerzo de medición apreciable aseguren una alta precisión de la detección de eje y, en este caso, son también aplicables en calzadas de varios carriles y más insensibles a las condiciones climatológicas.

Este objetivo se logra de acuerdo con un primer aspecto de la invención con un dispositivo para la detección de un eje de rueda de un vehículo en marcha sobre una calzada, el cual comprende:

una pluralidad de sensores de radar, los cuales tienen transceptores dispuestos repartidos en una estructura de soporte transversal encima de la calzada y, respectivamente, por medio de un rayo de medición de su transceptor orientado aproximadamente perpendicular hacia abajo en momentos sucesivos, generan, respectivamente, un valor de la medición de velocidad de Doppler para un objeto que refleja el rayo de medición, y

una unidad de evaluación conectada a salidas de valor de la medición de los sensores de radar, la cual está configurada para detectar un eje de rueda, si dos sensores de radar generan sus valores de la medición de velocidad máximos esencialmente de igual magnitud o, por el contrario, mínimos, dentro de una ventana de tolerancia.

Mediante la utilización de sensores de radar se reducen notablemente defectos de los resultados de la detección a consecuencia de impedimentos de visibilidad causados por las condiciones climatológicas o ensuciamiento. La disposición de techo de los sensores de rueda y su efecto aproximadamente perpendicular hacia abajo, posibilita la aplicación del dispositivo en calzadas de varias vías, a saber, de la misma manera y con la misma precisión para todos los carriles, sin que con ello fuera necesaria una orientación individual continua de los sensores de radar o de sus transceptores en vehículos o ruedas individuales. Puesto que un eje de rueda es reconocido mediante detección

doble, es decir, mediante detección respectiva de una rueda - que gira a la misma velocidad - a cada lado del vehículo, el dispositivo de acuerdo con la invención presenta una precisión notablemente más alta que los detectores actuales en la detección de ejes de rueda. Ejes elevados de un vehículo u objetos montados a éste en un lado no falsean el resultado.

- 5 Mediante la medición de Doppler esencialmente desde arriba, sólo se detecta el componente tangencial vertical del giro de una rueda, por el contrario no la propia velocidad del objeto en movimiento (vehículo). Este desacoplamiento de los componentes tangenciales verticales del giro de rueda y del movimiento del objeto de medición conduce a resultados de detección esencialmente más robustos.

- 10 Para lograr una mejor diferenciación de vehículos en marcha uno al lado del otro entre sí, es ventajoso que la unidad de evaluación esté configurada para únicamente detectar un eje de rueda cuando todos los sensores de radar dispuestos entre los dos sensores de radar mencionados generan valores de la medición de velocidad que están por debajo del valor umbral. De esta manera, para la detección de un eje se consultan respectivamente los valores de la medición de velocidad de Doppler de aquellos sensores de radar, los cuales están dispuestos justo fuera de la respectiva proyección lateral del vehículo sobre éste y, por lo tanto, producen la señal de medición con la amplitud más intensa, lo que eleva la precisión de medición. Un pequeño "ruido" de los valores de medición de velocidad de los sensores de radar que se encuentran entremedias no tiene, en este caso, un efecto nocivo.

- 15 En una forma de realización especialmente preferida, el dispositivo de acuerdo con la invención comprende, además, una pluralidad de sensores de tiempo de propagación, los cuales tienen transceptores de propagación dispuestos repartidos en una estructura de soporte transversal encima de la calzada y, respectivamente, por medio de un rayo de medición de su transceptor de propagación orientado aproximadamente perpendicular hacia abajo en momentos sucesivos, generan, respectivamente, un valor de la medición de distancia del tiempo de propagación para un objeto que refleja el rayo de medición de tiempo de propagación, en donde la unidad de evaluación está además conectada a salidas de valor de la medición de los sensores de propagación y está configurada para detectar un eje de rueda únicamente si, al mismo tiempo, todos los sensores de propagación dispuestos entre los dos sensores de radar generan un valor de la medición de distancia correspondiente menor que su altura sobre el carril libre.

- 20 En una forma de realización alternativa a esto o también combinable con ello, el dispositivo de acuerdo con la invención comprende una pluralidad de sensores de propagación asignados respectivamente a un sensor de radar, los cuales tienen transceptores de propagación dispuestos repartidos en una estructura de soporte transversal encima de la calzada y, respectivamente, por medio de un rayo de medición del tiempo de propagación orientado aproximadamente perpendicular hacia abajo en momentos sucesivos, generan, respectivamente, un valor de la medición de distancia del tiempo de propagación para un objeto que refleja el rayo de medición del tiempo de propagación, en donde la unidad de evaluación está además conectada a salidas de valor de la medición de los sensores de propagación y está configurada para detectar un eje de rueda, si al mismo tiempo todos los sensores de propagación dispuestos entre los dos sensores de radar generan un valor de la medición de distancia correspondiente igual que su altura sobre el carril libre.

- 25 La consulta adicional de los valores de la medición de distancia aumenta la precisión en la detección de eje de rueda, puesto que una carrocería de vehículo detectada entre dos ruedas detectadas evita un error de detección en caso de dos vehículos en marcha uno al lado del otro a la misma velocidad y/o asegura de manera fiable que los valores de la medición de velocidad generados procedan realmente de ruedas apoyadas sobre la calzada y no, por ejemplo, de otros vehículos o carrocerías de vehículo. También se facilita la asignación de ruedas detectadas a un vehículo, incluso en caso de cambio de carril de éste. Además, si se desea, los ejes de rueda detectados pueden ser asignados a vehículos individuales mediante una altura de vehículo determinada por la medición de distancia del tiempo de propagación realizada al mismo tiempo y, por lo tanto, también determinar el número de ejes total de los vehículos y/o p. ej. ser verificado en cuanto a la plausibilidad.

- 30 Como sensores de tiempo de propagación se pueden emplear, p. ej., sensores láser u otros sensores de tiempo de propagación conocidos. Especialmente ventajoso es que los sensores de tiempo de propagación (R_n) estén configurados por los sensores de radar (R_n). Con ello, se suprimen montaje y conexión de sensores adicionales; también, si se desea, pueden ser generados al mismo tiempo del mismo rayo de medición de radar/tiempo de propagación.

- 35 El rayo de medición puede ser modulado o no modulado, siendo la evaluación simultánea de tiempo de propagación y de desplazamiento de Doppler sólo posible en el caso de un rayo de medición modulado. Por este motivo se emplean preferiblemente rayos de medición modulados, siendo aplicables todos los procedimientos de modulación conocidos, como por ejemplo procedimientos de impulso de amplitud modulada con medición de tiempo de propagación de los impulsos individuales. Este procedimiento experimenta una mejora adicional mediante utilización de los así llamados "Chirps", estando el propio impulso modulado en frecuencia. Otra forma especialmente adecuada del procedimiento de modulación es la utilización de un rayo de medición modulado en frecuencia - sin amplitud modulada - p. ej., con rayos de medición continuos (de onda continua), conocidos como procedimiento FMCW (Frequency Modulation - Continuous Wave). Aquí se modula la señal de medición con amplitud constante, p.

ej. triangular (Frequency Shift Keying, FSK) o en forma de diente de sierra (Stepped-Frequency Continuous Wave, SFCW). También son aplicables sensores de radar de onda continua codificados en fases o modulados con ruido.

Preferiblemente, los sensores de radar son sensores de radar de onda continua modulados en frecuencia, los cuales permiten la medición simultánea de tiempo de propagación y velocidad. Si se desea, en este caso, además pueden ser adaptadas resolución de tiempo y, de esta manera, resolución de lugar con respecto al vehículo que pasa por delante, p. ej., según el tráfico. Especialmente ventajoso es que los rayos de medición estén modulados en frecuencia triangular. Mediante la forma triangular, la separación de un valor de la medición de distancia del tiempo de propagación de un valor de la medición de velocidad de Doppler es particularmente sencilla; la resolución alcanzable del valor de medición aumenta con la tasa de cambio de frecuencia.

Para continuar elevando la certeza de detección, es ventajoso sintonizar consecutivamente la disposición de los transceptores de los sensores de radar y el ángulo de abertura de los rayos de medición, de manera que los rayos de medición tienen un ángulo

$$\alpha \geq 2 \cdot \arctan \frac{d}{e - r_{\max}}$$

con:

d..... distancia entre transceptores contiguos;

e..... altura de los transceptores sobre la calzada libre;

$r_{\max}$... radio de la mayor rueda posible de un eje a ser detectado.

Esto conduce a un solapamiento selectivo de los rayos de medición en la zona de medición debajo de la estructura de soporte, de manera que en cada caso por lo menos un sensor de radar detecta una rueda en cada uno de los laterales del vehículo, es decir, independientemente de la anchura del vehículo y posición del vehículo en dirección transversal de la calzada. El solapamiento mutuo de los rayos de medición es dirigible de manera selectiva mediante sintonización consecutiva adecuada de los parámetros mencionados.

Para lograr un ángulo de abertura de haz de los sensores de medición adecuado, al mismo tiempo con forma constructiva pequeña y compacta, son adecuadas frecuencias de medición en el intervalo de 1 a 100 GHz, pero en particular en el intervalo por encima de 50 GHz.

Se puede recurrir al dispositivo de acuerdo con la invención, además, para la determinación de otros parámetros. Así, es ventajoso que la unidad de evaluación esté configurada para determinar la anchura del vehículo a partir de la distancia mutua de los dos sensores de radar mencionados. Junto con la detección de eje de rueda, la anchura del vehículo determinada de esta manera - eventualmente en combinación con la altura también determinada - puede ser utilizada, p. ej., para la clasificación de vehículos.

Preferiblemente, la unidad de evaluación está configurada para, a partir de una velocidad del vehículo determinada a partir de los máximos o mínimos, a partir del intervalo de tiempo de los dos máximos o mínimos dentro de la ventana temporal de tolerancia mencionada y a partir de la anchura del vehículo determinada, determinar la orientación de éste en la calzada. De esta manera, puede ser determinada la orientación del vehículo a partir de la posición inclinada de un eje detectado comparado con la dirección longitudinal de la calzada o bien del dispositivo y, en este caso, puede ser reconocido un cambio de carril o un desvío. Precisamente para esto es particularmente ventajoso que la unidad de evaluación esté configurada para determinar la posición del vehículo en dirección transversal de la calzada, a partir de la posición de los dos sensores de radar mencionados en la estructura de soporte. La posición del vehículo en dirección transversal de la calzada determinada de esta manera puede ser utilizada, p. ej., para el reconocimiento del carril elegido por el vehículo.

Para poder determinar el movimiento del vehículo sobre la calzada, la unidad de evaluación está, preferiblemente, también configurada para estimar una trayectoria del vehículo sobre la calzada, a partir de la orientación determinada, la posición determinada y la velocidad determinada del vehículo.

En una forma de realización ventajosa de la invención, el dispositivo de acuerdo con la invención comprende, además, una primera cámara, la cual está orientada hacia una primera sección de calzada situada delante del dispositivo y pone a disposición de la unidad de evaluación primeras imágenes, y una segunda cámara, la cual está orientada hacia una segunda sección de calzada situada detrás del dispositivo y pone a disposición de la unidad de evaluación segundas imágenes, estando la unidad de evaluación configurada para asignar mediante la trayectoria estimada de un vehículo una primera captación del vehículo en vista frontal a una segunda captación del mismo vehículo en vista trasera.

Las imágenes asociadas entre sí pueden seguir siendo procesadas de cualquier manera, p. ej., pueden ser almacenadas con fines probatorios y/o ser pasadas y, en este caso, por su doble vista tienen mayor fuerza probatoria. Para, p. ej., respaldar una identificación de un vehículo, en donde de las dos imágenes se lee respectivamente una matrícula del vehículo y evalúa estas y, en este caso, se verifica en coincidencia. Un rechazo, habitualmente necesario en las medidas de control de tráfico, de captaciones, o bien matrículas de vehículo que no coinciden en la evaluación automática o repaso manual puede, de esta manera, ser suprimido.

En algunos países (p. ej. en Australia), por el contrario, un vehículo debe ser provisto con nada más que una placa de matrícula de vehículo, la cual el titular del vehículo puede montar en la parte frontal del vehículo o en la parte trasera. Una asignación de las dos imágenes de uno y del mismo vehículo en vista frontal y en vista trasera posibilita, en este caso, la detección segura e identificación de cada uno de los vehículos.

En otra forma de realización ventajosa de la invención, el dispositivo de acuerdo con la invención comprende por lo menos una cámara, la cual está orientada hacia una sección de la calzada situada delante o detrás del dispositivo y pone a disposición imágenes a la unidad de evaluación, y un radio-transceptor, p. ej. según la norma RFID, (CEN o UNI) DSRC, ITS-G5 o IEEE WAVE 802.11p, el cual está orientado para la lectura de datos característicos transmitidos por un aparato de un vehículo que pasa sobre la calzada o bien el carril, y pone los datos característicos leídos a disposición de la unidad de evaluación, estando la unidad de evaluación configurada para asignar una captación del vehículo a los datos característicos leídos del aparato de vehículo del mismo vehículo, mediante la trayectoria estimada de un vehículo.

Los datos característicos pueden, en este caso, ser una caracterización inequívoca del aparato de vehículo y/o datos específicos del vehículo, p. ej., las dimensiones del vehículo, el número de ejes, etc. Mediante estos datos característicos puede ser identificado el aparato de vehículo y, con ello, el titular del vehículo, o bien los datos característicos pueden ser utilizados para el reconocimiento de delitos, p. ej., un número de ejes de un vehículo declarado demasiado bajo por el usuario del aparato de vehículo, en donde la imagen asignada es almacenada o pasada con fines probatorios.

En un segundo aspecto, la invención crea un procedimiento para la detección de un eje de rueda de un vehículo en marcha sobre una calzada con ayuda de una pluralidad de sensores de radar, los cuales tienen transceptores dispuestos repartidos en una estructura de soporte transversal encima de la calzada y, respectivamente, por medio de un rayo de medición de su transceptor orientado aproximadamente perpendicular hacia abajo en momentos sucesivos, generan, respectivamente, un valor de la medición de velocidad de Doppler para un objeto que refleja el rayo de medición, que comprende:

detectar un eje de rueda si dos sensores de radar generan los máximos o mínimos de sus valores de medición de la velocidad dentro de una ventana temporal de tolerancia, aproximadamente de igual magnitud, que sobrepasan un valor umbral.

Con respecto a las ventajas y otras formas de realización preferidas del procedimiento de acuerdo con la invención se remite a las precedentes realizaciones para el dispositivo.

A continuación, la invención se explica más en detalle mediante ejemplos de realización representados en los dibujos adjuntos. En los dibujos muestran:

las Fig.1 y 2, vehículos en marcha sobre una calzada al pasar por delante del dispositivo de acuerdo con la invención en vista lateral esquemática (Fig. 1), o bien vista trasera (Fig. 2);

la Fig. 3, un esquema funcional del dispositivo de la invención;

la Fig. 4, una vista en planta esquemática y parcial del dispositivo de la invención en unión con evoluciones de valores de la medición a modo de ejemplo de sus sensores de radar al pasar un vehículo; y

la Fig. 5, un vehículo al cambiar de carril mientras pasa por delante del dispositivo de la invención en vista en planta en combinación con evoluciones de valores de la medición a modo de ejemplo de dos sensores de radar y captaciones de cámaras del dispositivo.

De acuerdo con las Fig. 1 a 5 para la detección de ejes de rueda 4 de los vehículos 2 pasan vehículos 2 en marcha sobre una calzada 1 por delante de un dispositivo 3. El dispositivo 3 comprende una pluralidad de sensores de radar $R_1, R_2, \dots, R_N$, en general R_n , los cuales tienen radar-transceptores $T_1, T_2, \dots, T_N$, en general T_n , dispuestos repartidos en una estructura de soporte 5 transversal encima de la calzada 1, es decir encima de la calzada 1 y espaciados de ésta. Los transceptores T_n emiten, respectivamente, un rayo de medición de radar $B_1, B_2, \dots, B_N$, en general B_n , orientado aproximadamente perpendicular hacia abajo con curva de respuesta de frecuencia y/o de impulso temporal, conocida. Cada uno de los rayos de medición B_n se refleja, respectivamente, desde un punto de incidencia $P_1, P_2, \dots, P_N$, en general P_n , sobre un objeto - aquí la calzada 1, el vehículo 2, o bien su rueda 6 - y también es recibido de nuevo por el respectivo transceptor T_n emisor.

Los sensores de radar R_n , o bien sus transceptores T_n pueden, en este caso, emitir rayos de medición B_n en forma de impulso - para evitar interferencias mutuas, si se desea, también codificadas de impulsos -; alternatively, también podrían ser sensores de radar R_n de onda continua modulados, p. ej., sensores de radar R_n de onda continua modulados en frecuencia. Preferiblemente, los rayos de medición B_n son modulados en frecuencia con forma triangular y tienen una tasa de cambio de frecuencia de más de 10 MHz/ μ s, preferiblemente más de 50 MHz/ μ s. En este caso, los transceptores T_n , los cuales están dispuestos contiguos o cerca uno de otro en la estructura de soporte 5, pueden ser dedicados a evitar interferencias mutuas en el multiplex, es decir, en el multiplex de código, de tiempo o de frecuencia.

Como está representado en las Fig. 1, 2, 4 y 5, los haces de trabajo B_n , a pesar de un agrupamiento mediante configuración de antenas adecuado, no tienen nunca una sección transversal puntiforme y los puntos de incidencia P_n , por lo tanto, no son puntiformes, sino siempre ampliados a zonas de incidencia Z_n planas. A continuación, se explica el principio de acción de los sensores de radar R_n , en primer lugar, mediante una sección transversal puntiforme idealizada de los rayos de medición B_n , antes de profundizar en el caso ideal mediante los ejemplos de realización en la divergencia de los rayos de medición B_n resultante en realidad y las diferencias resultantes de ello.

Si el objeto 1, 2, 6 reflectante presenta en el punto de incidencia P_n del rayo de medición B_n un componente de velocidad en dirección del haz al transceptor T_n , es decir, desde el transceptor T_n o hacia éste, entonces se refleja el rayo de medición B_n desplazado en frecuencia a causa de efecto de Doppler, y una unidad de medición de radar $S_1, S_2, \dots, S_N$, en general S_n , del respectivo sensor de radar R_n genera un valor de la medición de velocidad $v_1, v_2, \dots, v_N$, en general v_n , mediante la diferencia de la frecuencia de emisión conocida con la de recepción medida.

Además, el dispositivo 3 puede comprender una pluralidad de sensores de tiempo de propagación R_n con unidades de medición de tiempo de propagación S_n y transceptores de tiempo de propagación T_n dispuestos repartidos en la estructura de soporte 5 transversalmente sobre la calzada 1 (no mostrados por separado en las Fig. 1 a 5), en donde los sensores de tiempo de propagación R_n , en cada caso por medio de un rayo de medición del tiempo de propagación B_n de su transceptor de tiempo de propagación T_n orientado aproximadamente perpendicular hacia abajo en momentos sucesivos, generan en cada caso un valor de la medición de distancia del tiempo de propagación $h_1, h_2, \dots, h_N$, en general h_n , para un objeto 1, 2, 6, que refleja el rayo de medición del tiempo de propagación B_n , es decir, del tiempo de propagación del rayo de medición del tiempo de propagación B_n desde el transceptor T_n al objeto 1, 2, 6 y de vuelta al transceptor T_n .

Los sensores del tiempo de propagación R_n pueden, en este caso, ser respectivamente sensores separados de los sensores de rueda R_n , p. ej., sensores del tiempo de propagación láser, en donde, si se desea, está asignado a cada uno de los sensores de radar R_n , respectivamente, un sensor del tiempo de propagación R_n y, en este caso, a cada uno de los radar-transceptores T_n un transceptor de tiempo de propagación T_n dispuesto muy próximo a éste en la estructura de soporte 5, o los sensores del tiempo de propagación R_n están configurados - como se prefiere - por los propios sensores de radar R_n , por lo cual en las presentes realizaciones en consecuencia se entiende en general por "sensores de radar R_n ", sensores tanto para la medición de la distancia del tiempo de propagación como también la medición de velocidad de Doppler, en la medida en que no se indique explícitamente lo contrario.

La unidad de evaluación S_n y el transceptor T_n de un sensor de radar (y, por lo tanto, también sensores del tiempo de propagación) R_n pueden, en este caso, estar dispuestos integrados y conjuntamente en la estructura de soporte 5, o están, como está representado en el ejemplo de la Fig. 3, únicamente dispuestos los transceptores T_n en la estructura de soporte 5 y las unidades de medición S_n están alojadas junto con una unidad de evaluación A del dispositivo 3 en una, p. ej., unidad operativa dispuesta del lado de la carretera, y conectada con los transceptores T_n . Las unidades de medición S_n pueden, en este caso - al igual que la unidad de evaluación A - estar implementadas en la unidad operativa C como bloques de hardware individuales separados o como bloques de software o como una combinación de ello. La unidad operativa C también puede estar repartida por varios componentes separados unos de otros. La unidad operativa C y los sensores de radar R_n dispuestos en la estructura de soporte 5 - o bien, en el ejemplo de la Fig. 3 sus transceptores T_n - están unidos unos con otros a través de conexiones de datos 7.

En la Fig. 1 se muestra una detección del eje de rueda para un vehículo 2 pasando sobre la calzada 1 a la velocidad v_F , el cual corresponde, p. ej., al vehículo 2 izquierdo de la Fig. 2. En este caso, el rayo de medición B_n tiene un punto de incidencia P_n sobre la rueda delantera 6 del vehículo 2. En este punto P_n la rueda 6 tiene una velocidad tangencial v_t con respecto al transceptor T_n . El desplazamiento de frecuencia de Doppler del rayo de medición B_n resultante de ello, el cual es proporcional a la velocidad tangencial mencionada, permite al sensor de radar R_n generar un valor de medición de la velocidad v_n para el punto de incidencia P_n en la rueda 6. A continuación, el sensor de radar R_n pone sus valores de medición de la velocidad generados v_n - y dado el caso valores de la medición de la distancia h_n - a través de sus salidas de valor de la medición a disposición de la unidad de evaluación A conectada (Fig. 3).

Como se ha esbozado brevemente más arriba, precisamente, en realidad en sensores de radar R_n divergen los rayos de medición B_n incluso en caso de agrupamiento mediante antena adecuada y elección de las frecuencias de medición, p. ej., en el intervalo de 1 a 100 GHz, en particular más de 50 GHz, y, por lo tanto, al ser emitidas desde el transceptor T_n tienen un ensanche del ángulo de apertura α representado en las Fig. 1 y 2. De ello resulta una "partición" o bien "separación" tanto con respecto al tiempo de propagación de un rayo de medición B_n como también

con respecto al desplazamiento de frecuencia de Doppler. En el ejemplo de la Fig. 2, esto significa que el sensor de radar R_1 con el transceptor T_1 puede determinar la altura de montaje e sobre la calzada 1 "libre" como valor de la medición de distancia h_1 y el sensor de radar R_4 con el transceptor T_4 la altura del techo del vehículo 2 sobre la calzada 1 como valor de la medición de la distancia h_4 todavía de manera relativamente precisa, a pesar de la dispersión del rayo; por el contrario, el sensor de radar R_n con el transceptor T_n de acuerdo con las Fig. 1 y 2, a causa del ángulo de apertura α de su rayo de medición B_n tiene una zona de incidencia Z_n extendida, la cual se encuentra parcialmente en la superficie lateral del vehículo 2, parcialmente en su rueda delantera 6 y parcialmente en la calzada 1. El tiempo de propagación medido en el sensor de radar R_n se encuentra, en este caso, entre aquel con la calzada 1 libre y la distancia h'_n del punto más alto de la zona de incidencia Z_n en la superficie lateral del vehículo 2.

La unidad de medición S_n del sensor de radar R_n genera, en consecuencia, como valor de la medición de la distancia h_n un valor medio, el cual, dado el caso, puede ser ponderado adicionalmente con ayuda de otros parámetros, p. ej., del tiempo de propagación o de la amplitud de diferentes partes del rayo de medición B_n reflejado etc. Alternativamente a esto, el sensor de radar R_n también podría, si se desea, generar un valor de la medición de la distancia h_n correspondiente al tiempo de propagación mínimo o máximo, o generar como valor de medición de la distancia h_n el total del intervalo del valor de la medición disperso, es decir, el intervalo desde la distancia mínima hasta la máxima captada en un momento.

Algo similar es válido para la generación del valor de medición de la velocidad de Doppler v_n , puesto que el rayo de medición B_n es reflejado según el ángulo de apertura α desde una zona nada desconsiderable de la rueda 6, en la cual aparece toda una anchura de banda de diferentes componentes de la velocidad tangencial y , por lo tanto, conducen los diferentes desplazamientos de frecuencia de Doppler a una "mezcla de frecuencias de recepción". El sensor de radar R_n configura su valor de la medición de velocidad de Doppler v_n , en consecuencia, de nuevo como valor medio -eventualmente ponderado- directamente del mayor (o bien, del menor) desplazamiento de frecuencia de Doppler medido, dado el caso bajo eliminación de desplazamientos de frecuencia inplausiblemente altos (bajos), p. ej., bajo promediado temporal, o como el total del intervalo de valor de la medición disperso. Un análisis preciso de la forma y de la evolución temporal de la mezcla de frecuencias de recepción a consecuencia de la dispersión de frecuencia puede ser tomada de la solicitud de patente WO 2012/175470 A1 de la solicitante.

Con ayuda del ejemplo representado en la Fig. 4 para la evolución temporal de posibles valores de medición de la distancia h_n y valores de medición de la velocidad v_n de varios sensores de radar R_n al paso de un vehículo 2 por delante del dispositivo 3, a continuación, se explica más en detalle el proceso ejercido por el dispositivo 3 para la detección de eje.

El rayo de medición B_1 del transceptor T_1 tiene una zona de incidencia Z_1 , cuya mayor parte se encuentra en la calzada 1 libre. Una pequeña parte de la zona de incidencia Z_1 se encuentra, sin embargo, también sobre el vehículo 2, o bien su rueda 6. Por lo tanto, en este ejemplo, el sensor de radar R_1 produce un valor de medición de la distancia h_1 para la duración del paso de vehículo apenas diferente - promediado - de la altura e sobre la calzada 1 libre e igualmente máximo muy bajo (o bien, mínimo) $v_{1,p}$ del valor de medición de la velocidad v_1 .

Los rayos de medición B_2 , B_6 de los transceptores T_2 , T_6 inciden, respectivamente, de manera parcial sobre la calzada 1 y parcialmente sobre el vehículo 2, o bien su rueda 6 izquierda/derecha. A causa de estas zonas de incidencia Z_2 , Z_6 los dos sensores de radar R_2 , R_6 suministran, respectivamente, valores de la medición de distancia h_2 , h_6 - promediados -, los cuales permiten deducir un objeto más cercano que la calzada 1 libre, así como aproximadamente al mismo tiempo - o bien, por lo menos dentro de una ventana de tiempo de tolerancia W (Fig. 5) - máximos (o bien, mínimos) $v_{2,p}$, $v_{6,p}$ de sus valores de la medición de velocidad v_2 , v_6 , esencialmente de igual magnitud, que sobrepasan un primer valor umbral SW_1 , es decir, porque las ruedas 6 de un eje de rueda 4 giran esencialmente igual de rápido. Al mismo tiempo, todos los sensores de radar R_3 , R_4 , R_5 que se encuentran entre estos dos sensores de radar R_2 , R_6 producen valores de medición de la distancia h_3 , h_4 , h_5 menores que aquellos con la calzada 1 libre, lo cual indica un vehículo 2 entre las dos ruedas 6 detectadas de un eje 4.

La unidad de evaluación A detecta un eje de rueda 4 si dos sensores de radar (aquí: R_2 , R_6) al mismo tiempo, o bien dentro de una ventana temporal de tolerancia W , generan máximos (aquí: $v_{2,p}$, $v_{6,p}$), o bien mínimos de sus valores de medición de la velocidad v_n esencialmente de igual magnitud. En consecuencia, la unidad de evaluación A transmite una información en relación con el eje de rueda 4 detectado de esta manera a través de una enlace de comunicaciones 8, conectado por cable o a través de radio, a una central distante, p. ej., un sistema de control del tráfico o de peaje.

En el ejemplo de realización de la Fig. 4, los máximos (o bien, mínimos) $v_{1,p}$ de los valores de medición de la velocidad v_1 del sensor de radar R_1 son eliminados y no vuelven a ser consultados para la detección del eje de rueda por la unidad de evaluación A, es decir, a causa del criterio de detección adicional opcional, que justo se consideran aquellos dos sensores de radar R_2 , R_6 entre los cuales todos los sensores de radar que se encuentran entremedias R_3 , R_4 , R_5 generan, respectivamente, valores de medición de la velocidad v_3 , v_4 , v_5 que se encuentran por debajo de un segundo valor umbral SW_2 . Alternativamente a esto, la unidad de evaluación A podría dejar desatendidos valores de medición de la velocidad v_n demasiado bajos como aquellos por iniciativa propia ya desatendidos por el sensor de radar R_1 .

Además, es posible que la unidad de evaluación A detecte un eje de rueda 4 sólo en el caso si al mismo tiempo todos los sensores de tiempo de propagación, o bien de radar (aquí: R₃, R₄, R₅) dispuestos entre los dos sensores de radar (aquí: R₂, R₆) mencionados generan un correspondiente valor de medición de la distancia h_n menor que su altura e sobre la calzada 1.

- 5 Alternativa o adicionalmente a esto, la unidad de evaluación A también podría detectar sólo un eje de rueda 4 bajo la suposición de que al mismo tiempo los dos sensores de radar (aquí: R₂, R₆) mencionados, o bien los sensores de tiempo de propagación asignados a estos, generan un valor de medición de la distancia (aquí: h₂, h₆) correspondiente a la altura e sobre la calzada 1 libre. En este caso, si sensores de radar y de tiempo de propagación R_n están realizados separados unos de otros, a cada uno de los sensores de radar R_n y a su transceptor T_n se
10 asigna respectivamente un sensor de tiempo de propagación con su transceptor, el cual está dispuesto en cercanía espacial del radar-transceptor T_n en la estructura de soporte 5. De esta manera se asegura la relación entre medición de la distancia del tiempo de propagación y medición de la velocidad de Doppler, la cual en caso de identidad de sensores del tiempo de propagación y de radar R_n siempre es proporcionada. Además, cada uno de los sensores del tiempo de propagación R_n genera, en este caso como valor de medición de la distancia h_n, bien el valor
15 correspondiente al tiempo de propagación máximo determinado (de acuerdo con el ejemplo de la Fig. 4, en donde las zonas de incidencia Z₂, Z₆ se encuentran, respectivamente, tanto sobre el vehículo 2 y sus ruedas 6 como sobre la calzada 1 libre, para los sensores de radar R₂, R₆: la altura e sobre la calzada 1), o una zona de distancia, la cual (aquí para los sensores de radar R₂, R₆) también comprende la altura e sobre la calzada 1 libre, es decir, corresponde (también) a ésta.
- 20 La unidad de evaluación puede, si se desea, determinar adicionalmente la anchura b del vehículo 2 a partir de la distancia mutua de los dos sensores de radar R₂, R₆ mencionados, o bien de sus transceptores T₂, T₆. Ésta podría, en este caso, para el aumento de la exactitud tener en cuenta los - aquí promediados, alternativamente también generados como zonas - valores de medición de la distancia h₂, h₆ de los dos sensores de radar R₂, R₆ mencionados y estos, en este caso, por ejemplo poner en relación con los valores de medición h₃, h₄, h₅ de los sensores de radar
25 R₃, R₄, R₅ que se encuentran entremedias.

Además, la unidad de evaluación A podría realizar otros análisis localmente - p. ej., asignar varias detecciones de eje consecutivas a un vehículo - y, por último, transferir un resultado final de la detección de eje - p. ej., una clasificación de vehículos - a la central. En este caso, la unidad de evaluación A también podría transferir delitos - p. ej., un número de ejes de vehículo prohibido - y sólo en el caso de detectar un delito transferir los resultados del
30 análisis a la central.

Como se representado en la rueda trasera 6 del vehículo 2 en la Fig. 1, las velocidades tangenciales v_i máximas con respecto a un transceptor T_n dispuesto perpendicular por encima, a partir de las cuales también se generan los mencionados máximos (o mínimos) v_{n,p} de los valores de medición de la velocidad v_n, en el punto de la rueda 6 más adelantado, o bien más atrasado observado en dirección de la marcha, justo a la altura de su eje de giro 4 - es decir,
35 a la altura de su radio' r sobre la calzada 1. Puesto que aparecen, respectivamente, por rueda 6 un máximo v_{n,p} y un mínimo y estos son en lo relativo a la magnitud igual de grandes, es ventajoso para la detección del eje de rueda, considerar en cada caso sólo una de la dos alternativas, como se deduce de la correspondiente formulación de "máximos, o en su lugar mínimos".

En los ejemplos representados de las Fig. 2, 4 y 5, los rayos de medición B_n vecinos se solapan entre sí de manera que en cada caso por los menos la zona de incidencia Z_n de un sensor de radar R_n cae hasta o por encima de la altura de eje (= radio) de la mayor rueda 6 posible de un eje 4 a ser detectado. Para ello, en los ejemplos representados los rayos de medición B_n tienen un ángulo de abertura α de acuerdo con:
40

$$\alpha \geq 2 \cdot \arctan \frac{d}{e - r_{\max}} \quad \text{ecuación 1}$$

en función de la distancia d mutua de transceptores T_n contiguos sobre la estructura de soporte 5, de la altura e de los transceptores T_n sobre la calzada 1 libre y el mencionado radio r_{max} de la mayor rueda 6 posible de un eje 4 a ser detectado.
45

La distancia d mutua de transceptores T_n contiguos en la estructura de soporte 5 puede ser constante a lo largo de su anchura, tal como se como representa en la Fig. 2. Alternativamente a esto, las distancias d mutuas pueden ser diferentes unas de otras, de manera que, p. ej., en zonas particularmente interesantes sobre la calzada 1 los transceptores T_n están dispuestos en la estructura de soporte 5 con una distancia d mutua menor y, p. ej., en zonas del borde de la calzada 1 con una distancia d mutua mayor. En este caso, es posible y preferido ajustar los ángulos de abertura α según la ecuación 1; si se desea, sin embargo también con diferentes distancias d mutuas, todos los rayos de medición B_n podrían tener el mismo ángulo de abertura α.
50

En el ejemplo de realización según la Fig. 5, la unidad de evaluación A determina junto con la anchura b del vehículo 2 entre los transceptores T_n, T_{n-x} de los sensores de radar R_n, R_{n-x} (x = número de transceptores que se encuentran entremedias + 1), además, la orientación β del vehículo 2 sobre la calzada 1, es decir, a partir del intervalo de tiempo Δt y los máximos (o bien, mínimos) $v_{n,p}$, o bien $v_{n-x,p}$ de los valores de medición de la velocidad v_n, v_{n-x} de los dos sensores de radar R_n, R_{n-x} dentro de la mencionada ventana temporal de tolerancia W , a partir de una velocidad v_F determinada del vehículo 2 y a partir de la anchura b determinada del vehículo 2.

La velocidad del vehículo v_F puede, en este caso, ser detectada de manera convencional mediante sensores separados (no representados), p. ej., barreras de luz, sensores de radar en la dirección de marcha de la calzada 1, etc. y son puestas a disposición de la unidad de evaluación A; alternatively a esto, la unidad de evaluación A puede formar la velocidad del vehículo v_F también por sí misma a partir de los máximos (o bien, mínimos) $v_{n,p}, v_{n-x,p}$ de los valores de medición de la velocidad v_n, v_{n-x} generados por los sensores de radar R_n, R_{n-x} , los cuales, en el caso ideal, como se ha explicado más arriba con respecto a la Fig. 1, corresponde justo a la velocidad del vehículo v_F .

Con ayuda de la velocidad del vehículo v_F , la unidad de evaluación A transforma el intervalo de tiempo Δt en una distancia espacial de las ruedas 6 a ambos lados del vehículo 2 al pasar por delante del dispositivo 3 y a partir de ello y de la anchura b del vehículo determina la orientación β de éste sobre la calzada 1.

Además, en el ejemplo de la Fig. 5, la unidad de evaluación A determina, a partir de la posición de los dos mencionados sensores de radar R_n, R_{n-x} , o bien sus transceptores T_n, T_{n-x} en la estructura de soporte 5, la posición del vehículo 2 en dirección transversal de la calzada 1; y estima, además, a partir de la orientación β determinada, la posición determinada y la velocidad v_F determinada del vehículo 2, una trayectoria J del vehículo 2 sobre la calzada 1.

El dispositivo 3 representado en la Fig. 5 comprende, además, una primera cámara 9, la cual está orientada hacia una primera sección de calzada 1' situada delante del dispositivo 3 y pone a disposición de la unidad de evaluación A primeras imágenes I_1 , y una segunda cámara 10, la cual está orientada hacia una segunda sección de calzada 1'' situada detrás del dispositivo 3 y pone a disposición de la unidad de evaluación A segundas imágenes I_2 . En este caso, la unidad de evaluación A de acuerdo con este ejemplo de realización, mediante la trayectoria J estimada del vehículo 2 asigna una primera imagen I_1 del vehículo 2 en vista frontal y una segunda imagen I_2 del mismo vehículo 2 en vista trasera. Las imágenes I_1, I_2 de un vehículo 2 asociadas entre sí pueden entonces ser almacenadas temporalmente en el dispositivo 3 o en una memoria de la unidad operativa C independiente del anterior para la posterior lectura o, p. ej., pueden ser transferidas a través del enlace de comunicaciones 8 a la central de control de tráfico para continuar su procesamiento o bien utilización.

Adicional - o alternatively a una de las dos cámaras 9, 10 - el dispositivo 3 representado en la Fig. 5 puede, además, comprender por lo menos un radio-transceptor (no representado), el cual - opcionalmente con ayuda de una antena direccional - está orientado hacia la calzada 1 para, a través de una comunicación por radio con un aparato del vehículo ("onboard unit", OBU) conducido junto con un vehículo 2 que pasa, leer de una memoria datos característicos del mismo. La unidad de evaluación A asigna, en este caso, de nuevo mediante la trayectoria J de un vehículo 2 estimada, por lo menos una de las imágenes I_1, I_2 del vehículo 2 - o en caso de dos imágenes I_1, I_2 , estas dos entre sí - los datos característicos leídos del aparato de vehículo del mismo vehículo 2 y almacena la(s) imagen(es) I_1, I_2 y los datos característicos leídos asociados a ésta/éstas, bien en el dispositivo 3 o en la memoria de la unidad operativa C temporalmente, o transfiere estos a la central de control de tráfico, o bien de peaje. Como datos característicos entran en consideración, por un lado, una característica inequívoca para la identificación del aparato del vehículo y, de esta manera, como es, p. ej., habitual en sistemas de peaje, del vehículo, o bien su titular, y/o por otro lado datos del vehículo como las dimensiones, peso, número de ejes, etc. de éste, los cuales pueden ser verificados o por lo menos plausibilizados mediante el análisis de la unidad de evaluación A o de la central; en el caso de anomalía, la(s) imagen(es) I_1, I_2 asignada(s) sirve/sirven, en este caso, como medio probatorio.

La invención no está limitada a las formas de realización representadas, sino que comprende todas las variantes y modificaciones que caen en el marco de las reivindicaciones adjuntas. De esta manera, la ventana temporal de tolerancia W también podría ser elegida variable y, p. ej., en cada caso en función de velocidades de vehículo v_F determinadas.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivos para la detección de un eje de rueda (4) de un vehículo (2) en marcha sobre una calzada (1), comprendiendo:

5 una pluralidad de sensores de radar (R_n), los cuales tienen radar-transceptores (T_n) dispuestos repartidos en una estructura de soporte (5) transversal por encima de la calzada (1) y por medio de un rayo de medición (B_n) orientado aproximadamente hacia abajo de su radar-transceptor (T_n) en momentos sucesivos generan, respectivamente, un valor de medición de la velocidad de Doppler (v_n) para un objeto (1, 2, 6) que refleja el rayo de medición de radar (B_n), y

10 una unidad de evaluación (A) conectada a salidas de valores de medición de los sensores de radar (R_n), la cual está configurada para detectar un eje de rueda (4) si dos sensores de radar (R_n , R_{n-x}) generan, dentro de una ventana temporal de tolerancia (W), máximos ($v_{n,p}$, $v_{n-x,p}$) esencialmente de igual magnitud, o en lugar de esto mínimos esencialmente de igual magnitud, que sus valores de la medición de velocidad (v_n , v_{n-x}).

2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que la unidad de evaluación (A) está configurada para detectar un eje de rueda (4) sólo si al mismo tiempo todos los sensores de radar (R_{n-1} , ..., R_{n-x+1}) dispuestos entre los dos sensores de radar mencionados (R_n , R_{n-x}) generan valores de medición de la velocidad (v_{n-1} , v_{n-x+1}) que sobrepasan los valores umbrales.

3. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, comprendiendo además:

20 una pluralidad de sensores del tiempo de propagación (R_n) los cuales tienen transceptores de tiempo de propagación (T_n) dispuestos repartidos en una estructura de soporte (5) transversal por encima de la calzada (1) y por medio de un rayo de medición del tiempo de propagación (B_n) orientado aproximadamente hacia abajo de su transceptor de tiempo de propagación (T_n) en momentos sucesivos generan en cada caso un valor de medición de la distancia del tiempo de propagación (h_n) para un objeto (1, 2, 6) que refleja el rayo de medición del tiempo de propagación (B_n),

25 en donde la unidad de evaluación (A), además, está conectada a salidas de valores de medición de los sensores de tiempo de propagación (R_n) y está configurada para detectar un eje de rueda (4) sólo si al mismo tiempo todos los sensores del tiempo de propagación (R_{n-1} , ..., R_{n-x+1}) dispuestos entre los dos sensores de radar mencionados (R_n , R_{n-x}) generan correspondientes valores de medición de la distancia del tiempo de propagación (h_{n-1} , h_{n-x+1}) menores que su altura (e) sobre la calzada (1) libre.

4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, comprendiendo:

30 una pluralidad de sensores del tiempo de propagación asociados en cada caso a un sensor de radar (R_n), los cuales tienen transceptores del tiempo de propagación (T_n) dispuestos repartidos en una estructura de soporte (5) transversal por encima de la calzada (1) y por medio de un rayo de medición del tiempo de propagación (B_n) orientado aproximadamente hacia abajo de su transceptor de tiempo de propagación (T_n) en momentos sucesivos generan en cada caso un valor de medición de la distancia del tiempo de propagación (h_n) para un objeto (1, 2, 6) que refleja el rayo de medición del tiempo de propagación (B_n),

40 en donde la unidad de evaluación (A), además, está conectada a salidas de valores de medición de los sensores del tiempo de propagación (R_n) y está configurada para detectar un eje de rueda (4) sólo si al mismo tiempo todos los sensores del tiempo de propagación (R_n , ..., R_{n-x}) dispuestos entre los dos sensores de radar mencionados (R_n , R_{n-x}) generan valores de la medición de distancia del tiempo de propagación (h_n , h_{n-x}) correspondientes iguales que su altura (e) sobre la calzada (1) libre.

5. Dispositivo según la reivindicación 3 o 4, caracterizado por que los sensores del tiempo de propagación (R_n) están configurados por los sensores de radar (R_n).

45 6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que la unidad de evaluación (A) está configurada para determinar la anchura (b) del vehículo (2) a partir de la distancia (a) mutua de los dos sensores de radar (R_n , R_{n-x}) mencionados.

7. Dispositivo según la reivindicación 6, caracterizado por que la unidad de evaluación (A) está configurada para, a partir de una velocidad (v_F) determinada a partir de los máximos ($v_{n,p}$, $v_{n-x,p}$) o mínimos del vehículo (2), determinar a partir del intervalo de tiempo (Δt) de los dos máximos ($v_{n,p}$, $v_{n-x,p}$) o mínimos dentro de la mencionada ventana temporal de tolerancia (W) y a partir de la anchura (b) del vehículo (2), la orientación (β) de éste sobre la calzada (1).

50 8. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que la unidad de evaluación (A) está configurada para, a partir de la posición de los dos sensores de radar mencionados (R_n , R_{n-x}) en la estructura de soporte (5), determinar la posición del vehículo (2) en dirección transversal de la calzada (1).

9. Dispositivo según la reivindicación 8 en combinación con la reivindicación 7, caracterizado por que la unidad de evaluación (A) está configurada para, a partir de la orientación (B) determinada, de la posición determinada y de la velocidad (v_F) determinada del vehículo (2), estimar una trayectoria (J) del vehículo (2) sobre la calzada (1).

10. Dispositivo según la reivindicación 9, comprendiendo además:

5 una primera cámara (9), la cual está orientada hacia una primera sección de calzada (1') situada delante del dispositivo (3) y pone primeras imágenes (I_1) a disposición de la unidad de evaluación (A), y

una segunda cámara (10), la cual está orientada hacia una segunda sección de calzada (1'') situada detrás del dispositivo (3) y pone segundas imágenes (I_2) a disposición de la unidad de evaluación (A),

10 en donde la unidad de evaluación (A) está configurada para, mediante la trayectoria (J) estimada de un vehículo (2), asignar una primera imagen (I_1) de un vehículo (2) en vista frontal a una segunda imagen (I_2) del mismo vehículo (2) en vista trasera.

11. Dispositivo según la reivindicación 9, comprendiendo

por lo menos una cámara (9, 10), la cual está orientada hacia una sección de calzada (1', 1'') situada delante o detrás del dispositivo (3) y pone imágenes (I_1, I_2) a disposición de la unidad de evaluación (A), y

15 un radio-transceptor, el cual está orientado hacia la calzada (1) para la lectura de datos característicos de un aparato de vehículo conducido junto con un vehículo (2) que pasa, y pone los datos característicos leídos a disposición de la unidad de evaluación (A),

20 en donde la unidad de evaluación (A) está configurada para, mediante la trayectoria (J) estimada de un vehículo (2), asignar una imagen (I_1, I_2) del vehículo (2) a los datos característicos leídos del aparato del vehículo del mismo vehículo (2).

12. Procedimiento para la detección de un eje de rueda (4) de un vehículo (2) en marcha sobre una calzada (1) con ayuda de una pluralidad de sensores de radar (R_n), los cuales tienen radar-transceptores (T_n) dispuestos repartidos en una estructura de soporte (5) transversal por encima de la calzada (1) y por medio de un rayo de medición de radar (B_n) orientado aproximadamente hacia abajo de su radar-transceptor (T_n) en momentos sucesivos, generan, respectivamente, un valor de medición de la velocidad de Doppler (v_n) para un objeto (1, 2, 6) que refleja el rayo de medición de radar (B_n), comprendiendo:

detectar un eje de rueda (4) si dos sensores de radar (R_n, R_{n-x}) generan, dentro de una ventana temporal de tolerancia (W), máximos ($v_{n,p}, v_{n-x,p}$) esencialmente de igual magnitud, o en lugar de esto mínimos esencialmente de igual magnitud que sus valores de la medición de velocidad (v_n, v_{n-x}).

30 13. Procedimiento según la reivindicación 12, caracterizado por que el eje de rueda (4) se detecta sólo si al mismo tiempo todos los sensores de radar ($R_{n-1}, \dots, R_{n-x+1}$) entre los dos sensores de radar mencionados (R_n, R_{n-x}) generan valores de medición de la velocidad ($v_{n-1}, \dots, v_{n-x+1}$) que sobrepasan valores umbrales.

35 14. Procedimiento según la reivindicación 12 o 13, realizado con ayuda de una pluralidad de sensores de tiempo de propagación (R_n) los cuales tienen transceptores de tiempo de propagación (T_n) dispuestos repartidos en una estructura de soporte (5) transversal por encima de la calzada (1) y, respectivamente, por medio de un rayo de medición del tiempo de propagación (B_n) orientado aproximadamente hacia abajo de su transceptor de tiempo de propagación (T_n) en momentos sucesivos generan en cada caso un valor de medición de la distancia del tiempo de propagación (h_n) para un objeto (1, 2, 6) que refleja el haz de trabajo del tiempo de propagación (B_n), en donde el eje de rueda (4) sólo es detectado si al mismo tiempo todos los sensores de tiempo de propagación ($R_{n-1}, \dots, R_{n-x+1}$) dispuestos entre los dos sensores de radar mencionados (R_n, R_{n-x}) generan correspondientes valores de la medición de distancia del tiempo de propagación ($h_{n-1}, \dots, h_{n-x+1}$) menores que su altura (e) sobre la calzada (1) libre.

45 15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 12 a 14, realizado con ayuda de una pluralidad de sensores del tiempo de propagación (R_n) asociados en cada caso a un sensor de radar, los cuales tienen transceptores del tiempo de propagación (T_n) dispuestos repartidos en una estructura de soporte (5) transversal por encima de la calzada (1) y, respectivamente, por medio de un rayo de medición del tiempo de propagación (B_n) orientado aproximadamente hacia abajo de su transceptor del tiempo de propagación (T_n) en momentos sucesivos generan en cada caso un valor de medición de la distancia del tiempo de propagación (h_n) para un objeto (1, 2, 6) que refleja el rayo de medición del tiempo de propagación (B_n), en donde el eje de rueda (4) sólo es detectado si al mismo tiempo los sensores del tiempo de propagación (R_n, R_{n-x}) asociados en cada caso a los dos sensores de radar mencionados (R_n, R_{n-x}) generan correspondientes valores de medición de la distancia del tiempo de propagación (h_n, h_{n-x}) iguales que su altura (e) sobre la calzada (1) libre.

50 16. Procedimiento según una de las reivindicaciones 12 a 15, caracterizado por que a partir de la distancia (a) mutua de los dos sensores de radar mencionados (R_n, R_{n-x}) se determina la anchura (b) del vehículo (2), y por que a partir de una velocidad (v_F) del vehículo (2) de los máximos ($v_{n,p}, v_{n-x,p}$) o de los mínimos, a partir del intervalo de tiempo

(Δt) de los dos máximos ($v_{n,p}$, $v_{n-x,p}$) o mínimos dentro de la mencionada ventana temporal de tolerancia (W) y a partir de la anchura (b) determinada del vehículo (2), se determina la orientación (β) de éste sobre la calzada (1).

5 17. Procedimiento según una de las reivindicaciones 12 a 16, caracterizado por que a partir de la posición de los dos mencionados sensores de radar (R_n , R_{n-x}) en la estructura de soporte (5) se determina la posición del vehículo (2) en dirección transversal de la calzada (1).

10 18. Procedimiento según la reivindicación 17 en combinación con la reivindicación 16, caracterizado por que a partir de la orientación determinada, de la posición determinada y de la velocidad (v_F) determinada del vehículo (2), se estima una trayectoria (J) del vehículo (2) sobre la calzada (1) y por que con ayuda de una primera cámara (9), la cual está orientada hacia una primera sección de calzada (1') situada delante del dispositivo (3) y toma primeras imágenes (I_1), y una segunda cámara (10), la cual está orientada hacia una segunda sección de calzada (1'') situada detrás del dispositivo (3) y toma segundas imágenes (I_2), mediante la trayectoria (J) estimada, se asocia una primera captación (I_1) del vehículo (2) en vista frontal a una segunda imagen (I_2) del mismo vehículo (2) en vista trasera.

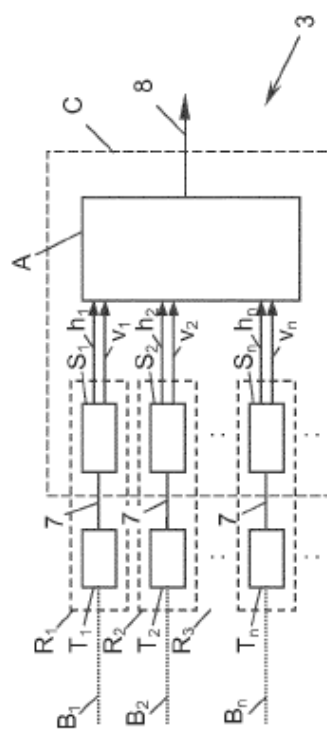
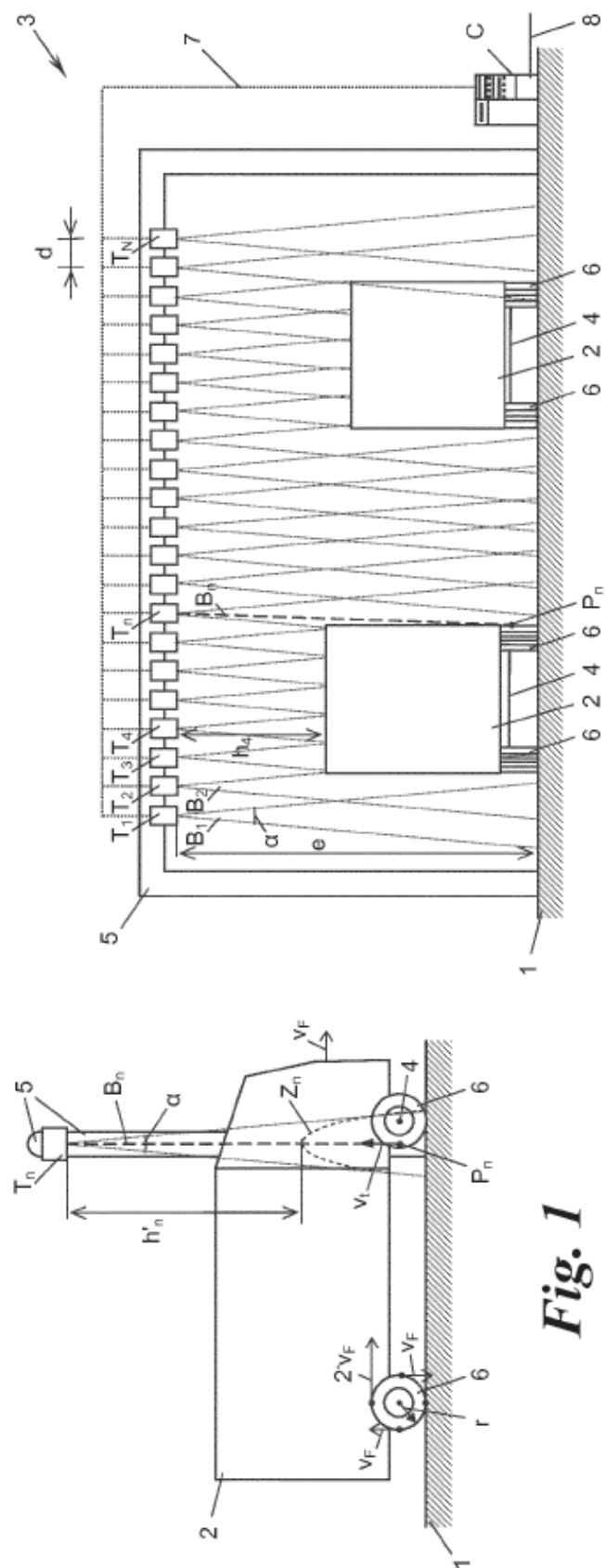


Fig. 2

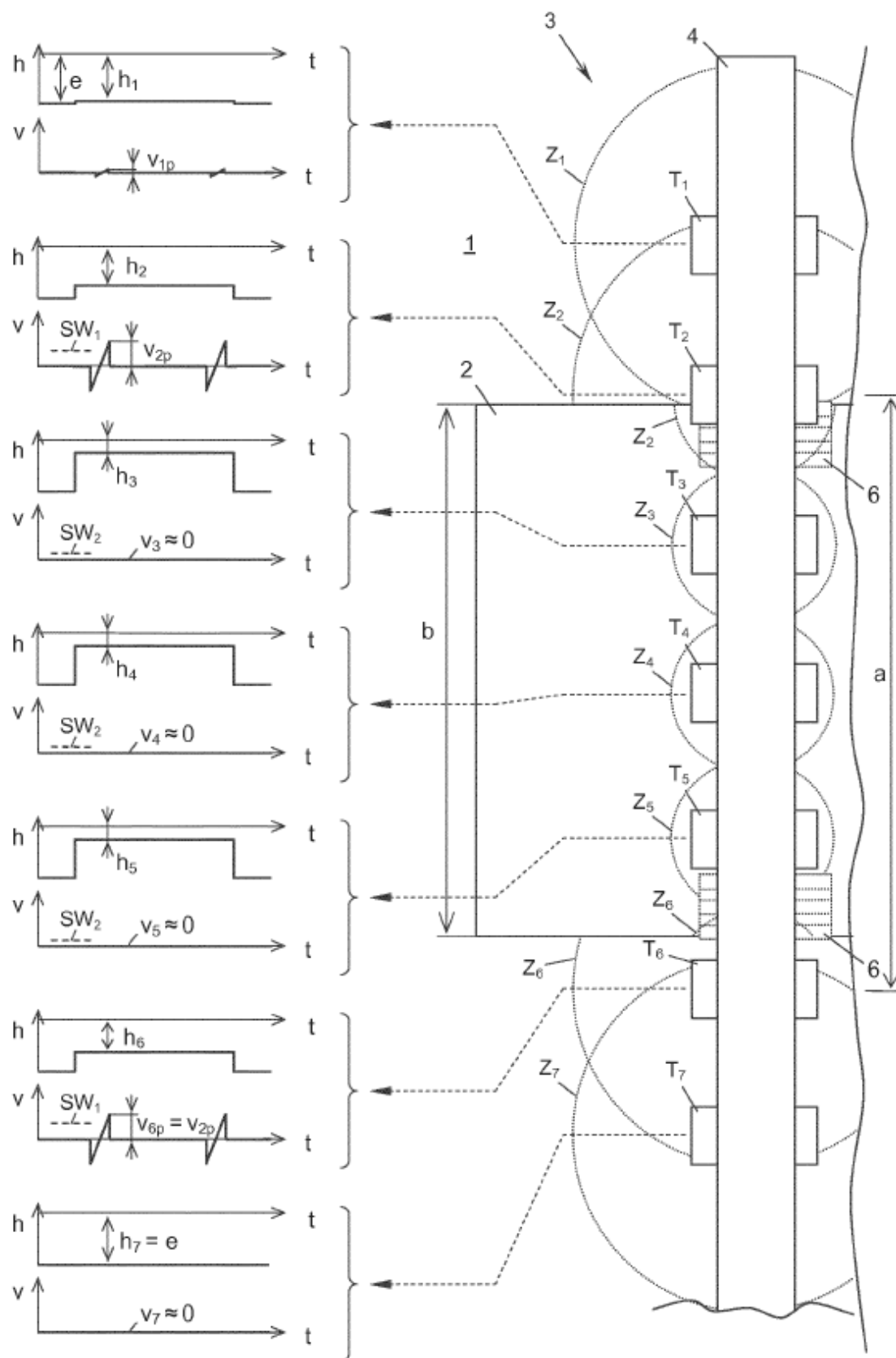


Fig. 4

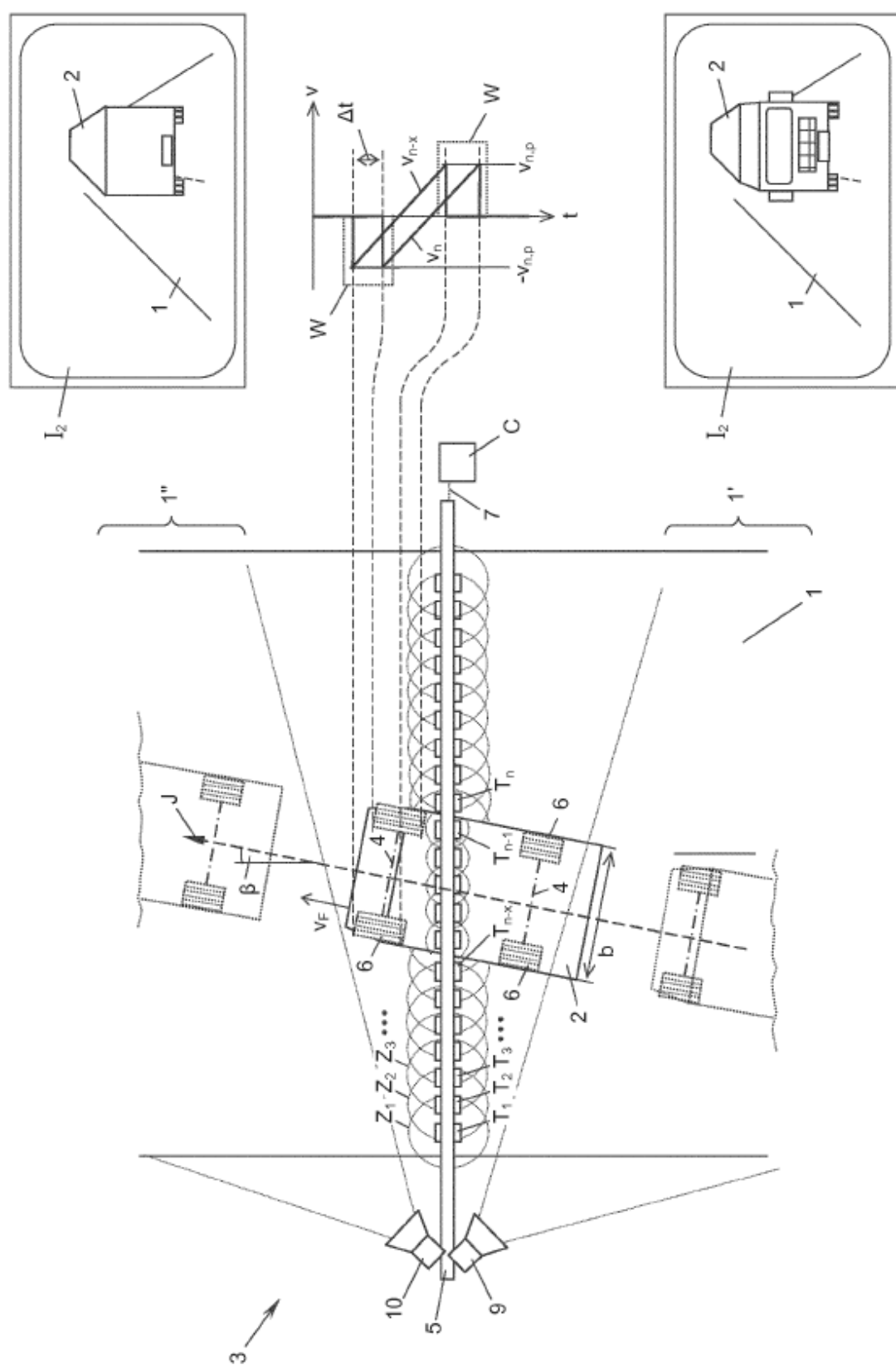


Fig. 5