

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 526 885**

51 Int. Cl.:

G01S 7/41 (2006.01)

G01S 13/86 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.07.2012** **E 12175308 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.10.2014** **EP 2682779**

54 Título: **Procedimiento para la detección de una rueda de un vehículo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.01.2015

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 2 526 885 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la detección de una rueda de un vehículo

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la detección de una rueda de un vehículo mediante la emisión de un rayo de medición electromagnético de desarrollo de frecuencia conocido desde una unidad de detector, registro de las frecuencias del rayo de medición reflejado a la unidad de detector en el transcurso temporal relativo al desarrollo de frecuencia conocido como señal de recepción y detección de una modificación de tipo predefinido en la señal de recepción como rueda.

10 La detección de ruedas de vehículos es de interés en numerosas aplicaciones. Así puede reconocerse con seguridad la circulación por una determinada superficie de tráfico a partir del reconocimiento de ruedas, por ejemplo para la vigilancia de fronteras o para la activación de determinadas acciones, tales como la activación de una alarma, la conexión de una luz, la apertura de un armario, la toma de una foto con fines de vigilancia, etc. A menudo, los sistemas de tasas de transporte modernos también se ajustan al número de ejes de vehículos para el cálculo de tasas, de modo que la detección de ruedas (ejes de rueda) también puede ser una base importante para la recaudación o el control de tasas de peajes, en particular también mediante vehículos de control móviles, que deben controlar el número de ejes de vehículos sujetos a peaje al pasar circulando o en el tráfico en contra.

15 Por el documento DE 10 2008 037 233 A1 es conocida la detección de ruedas de un vehículo que se mueve debido a su componente horizontal de la velocidad tangencial, diferente con respecto al vehículo restante, que provoca un desplazamiento de frecuencia de Doppler correspondiente de un rayo de medición de radar. Para esto se usa un velocímetro de radar que irradia con un lóbulo de radiación de radar la zona inferior de vehículos que pasan y promedia en el tiempo una única señal de medición de la velocidad a partir de la mezcla de frecuencias de recepción que ha recibido de vuelta, que muestra en los lugares de las ruedas máximos de señales que se usan para la detección de ruedas.

20 En las solicitudes de patente no publicadas previamente EP 11 450 079.6 (EP 2 538 238), EP 11 450 080.4 (EP 2 538 239) y PCT/EP 2012/061645 (WO 2012/175 470), el solicitante de la presente solicitud ha presentado procedimientos nuevos, particularmente no propensos a fallar y seguros para la detección de ruedas sobre la base de mediciones de Doppler.

25 El solicitante ha reconocido que para otra mejora de la seguridad de detección es deseable un tratamiento de la señal de recepción para suprimir ecos parásitos del rayo de medición y, con esto, conformar más eficazmente la evaluación de señal.

30 La invención se fija como objetivo superar los problemas ilustrados y crear otro procedimiento más mejorado para la detección de ruedas sobre la base de mediciones de Doppler.

35 Este objetivo se consigue de acuerdo con la invención con un procedimiento con las características de la reivindicación 1.

40 La invención se basa en recurrir a las llamadas unidades de a bordo (onboard-units (OBU)), que sirven para establecer peajes de usos de lugar de vehículos en sistemas de peaje y de comunicación para resolver los mencionados problemas. Las unidades de a bordo de este tipo pueden establecer en su camino comunicaciones por radio de corto alcance (dedicated short range communications, DSRC) con radiobalizas de carretera (roadside entities, RSE) de posición conocida, por lo cual pueden localizarse en caso de comunicación por radio DSRC eficaz respectivamente en la zona de cobertura de radio de la radiobaliza. Son ejemplos de tales sistemas de peaje vinculados a infraestructuras apoyados por balizas sistemas de peaje de acuerdo con los estándares CEN-DSRC o ITS-WAVE (IEEE 802.11p). Pero también las unidades de a bordo de sistemas de peaje "sin balizas" apoyados por satélites en los que las unidades de a bordo se localizan ellas mismas de manera autónoma en un sistema de navegación por satélite (global navigation satellite system, GNSS) y envían sus datos de localización o datos de peaje generados a partir de esto, por ejemplo a través de una red de telefonía móvil a una central, pueden estar dotadas adicionalmente de módulos de radio DSRC, ya sea para fines de lectura de control o como llamadas "OBU híbridas", que pueden cooperar tanto con sistemas de peaje GNSS como DSRC.

45 El procedimiento de la invención usa la capacidad de comunicación por radio de las unidades de a bordo para obtener de una comunicación por radio en el paso de la unidad de detector la longitud del vehículo y, a partir de esto, una ventana de tiempo de paso que puede usarse en la señal de recepción para suprimir señales parásitas, tal como son causadas, por ejemplo, por reflexiones del rayo de medición en la calzada o reflexiones de eco del rayo de medición reflejado por el vehículo y reflejado de nuevo en la calzada. Como resultado puede conseguirse una detección de ruedas exacta, no propensa a fallar y precisa.

50 La información guardada en la unidad de a bordo puede indicar directamente la longitud del vehículo o indica indirectamente el número de ejes, la clase y/o el peso del vehículo, de lo cual puede determinarse aproximadamente la longitud del vehículo, por ejemplo mediante tablas de asignación guardadas.

55 La lectura de acuerdo con la invención de la información de la unidad de a bordo que indica directa o indirectamente la

longitud del vehículo tiene, con respecto a una medición de la longitud del vehículo mediante correspondientes sensores de láser, de radar o de ultrasonidos en el lugar durante el paso del vehículo, la ventaja de que no pueden entrar en la detección de ruedas errores de medición, tal como pueden aparecer si no, por ejemplo, por ventanas en autobuses, superficies de carga en camiones, etc.

5 La velocidad del vehículo puede medirse de diversas maneras, por ejemplo con ayuda de un equipo de medición de la velocidad por láser, barreras de luz, bucles de detección en la calzada, cámaras, etc. Preferentemente, la velocidad del vehículo se verifica mediante medición de Doppler en una comunicación por radio entre unidad de a bordo y transceptor, a saber, en particular en aquella comunicación por radio que se usa para la lectura de la mencionada información. De esta manera puede obtenerse a partir de comunicaciones por radio con las unidades de a bordo tanto información de la longitud como velocidad y, a partir de esto, calcularse la ventana de tiempo de paso.

10 De acuerdo con otra forma de realización ventajosa de la invención, la señal de recepción puede compensarse en aquellos componentes de frecuencia que causa la velocidad del vehículo antes de que se lleve a cabo la detección de la rueda, lo cual eleva aún más la seguridad de detección.

15 Por el mismo motivo, es particularmente favorable cuando una de las mencionadas modificaciones en la señal de recepción se detecta como rueda solo cuando está dentro de la ventana de tiempo, de modo que se evitan detecciones erróneas que se remontan, por ejemplo, a ecos de rayos de medición fuera de la ventana de tiempo.

20 En consecuencia, preferentemente se asignan a un mismo vehículo ruedas que se detectan durante una misma ventana de tiempo. Se puede recurrir al número de ruedas de un vehículo como base para un cálculo de peaje por ejemplo en función del eje de rueda.

25 En otra forma de realización del procedimiento de la invención se compara la señal de recepción en una sección directamente posterior a la ventana de tiempo con el componente de señal parásita y, a partir de esto, se detecta la existencia de un remolque del vehículo. La existencia de un remolque puede servir de base para un cálculo de peaje por ejemplo en función del remolque.

30 De acuerdo con otra forma de realización ventajosa de la invención, en una primera etapa un equipo de control estacionario o móvil mide la longitud del vehículo o una propiedad del vehículo que indica indirectamente la misma, se forma la mencionada información a partir de esto y se guarda mediante una comunicación por radio en la unidad de a bordo. El equipo de control que mide estos datos puede ser, por ejemplo, una de las radiobalizas de carretera (RSE) repartidas geográficamente de un sistema de peaje apoyado por balizas, y la mencionada medición puede llevarse a cabo en radiobalizas particularmente equipadas del mismo. Por ejemplo, la radiobaliza puede medir con ayuda de un escáner de láser, una cámara, una barrera de luz o similares la longitud del vehículo. Como alternativa, la propiedad del vehículo medida puede ser el número de ejes, la clase y/o el peso del vehículo, lo cual también puede medirse con correspondientes escáneres, barreras de luz, cámaras, balanzas, etc.

35 40 El procedimiento de la invención es adecuado para todo tipo de rayo de medición que tenga una frecuencia que esté sujeta a un desplazamiento de frecuencia en función del efecto Doppler con reflexión en un objetivo que se mueve, como, en este caso, una rueda que gira. Por ejemplo, el rayo de medición podría ser un rayo láser o de ultrasonido. Preferentemente, el rayo de medición es un rayo de radar emitido por una antena direccional, preferentemente en el intervalo de frecuencias por encima de 70 GHz, que se puede focalizar u orientar correspondientemente bien.

45 50 El procedimiento de acuerdo con la invención es adecuado para una interacción con toda variante imaginable de procedimientos de detección de ruedas mediante una evaluación del desplazamiento de Doppler del rayo de medición a lo largo del tiempo. Las variantes preferentes de la invención se caracterizan por que la mencionada modificación de tipo predefinido es un salto, una subida, una caída o una dispersión de frecuencia de la señal de recepción que está por encima de un valor umbral predefinido, y también son imaginables combinaciones de estas variantes.

55 El procedimiento de la invención es adecuado para unidades de detector tanto estacionarias como móviles. Preferentemente, un vehículo de control lleva consigo la unidad de detector, de modo que con el procedimiento de la invención se pueden controlar, por ejemplo, vehículos del tráfico en contra o vehículos sobre carriles adyacentes del mismo sentido de la marcha y detectarse con respecto a sus ruedas.

60 El procedimiento de la invención también es adecuado para todo tipo de comunicaciones por radio que pueden efectuar las mencionadas unidades de a bordo, por ejemplo, también para comunicaciones de telefonía móvil en redes terrestres de telefonía móvil. Sin embargo, las comunicaciones por radio son, preferentemente, comunicaciones por radio en el marco de sistemas de peaje apoyados por balizas de acuerdo con los estándares CEN-DSRC o ITS-WAVE.

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

65 La Figura 1a – 1d, transcurros de tiempo de desplazamiento de Doppler idealizados a modo de ejemplo como señales de recepción en diferentes posiciones angulares de un rayo de medición de Doppler relativo a una rueda;

La Figura 2, el procedimiento de acuerdo con la invención mediante un transcurso de rayo a modo de ejemplo entre una unidad de detector configurada como vehículo de control y un vehículo que debe controlarse visto en sentido de la marcha;

La Figura 3, distintas variantes del procedimiento de la invención mediante una vista superior esquemática sobre una sección de carretera con un equipo de control estacionario, una unidad de detector configurada como vehículo de control y un vehículo que debe controlarse en fases sucesivas del procedimiento; y

La Figura 4, la determinación de la ventana de tiempo y los componentes de señal parásita precedentes y posteriores a la misma de la señal de recepción en el plano frecuencia/tiempo.

Las Figuras 1 a 3 muestran el principio de la detección de una rueda 1 que gira de un vehículo 2 que se mueve por una calzada 3, más exactamente una vía 3' de la misma, en un sentido de la marcha 4. El procedimiento de detección de ruedas se realiza con ayuda de o en una unidad de detector 5 que está configurada móvil y en forma de un vehículo de control en el ejemplo mostrado. La unidad de detector o el vehículo de control 5 se mueve, por ejemplo, por una segunda vía 3" de la calzada 3 en un sentido de la marcha 4 que es preferentemente, pero no necesariamente, antiparalelo al sentido de la marcha 4 del vehículo 2 que debe controlarse. Se entiende que la unidad de detector 5 también podría ser estacionaria, por ejemplo instalada en el arcén de la calzada 3 o vía 3'.

La unidad de detector 5 envía un rayo de medición 6, por ejemplo un rayo de medición por ultrasonido, LIDAR o, preferentemente, por radar, sobre el vehículo 2 o sus ruedas 1 durante el paso para detectar así las ruedas 1. Por las vistas laterales de las Figuras 1a – 1d es evidente que el rayo de medición 6 puede dirigirse a la rueda 1 desde delante (Figura 1a), inclinado desde delante-arriba (Figura 1b), desde arriba (Figura 1c) o en cualquier otra dirección del plano del dibujo de la Figura 1 en un ángulo α con respecto a la vertical. Por la Figura 2 es evidente que la unidad de detector 5 puede emitir el rayo de medición 6 visto en sentido de la marcha 4 en ángulos diferentes β con respecto a la horizontal, por ejemplo, desde una antena 5' en una posición de irradiación A a una altura predefinida h_s por la calzada 3. Como alternativa o adicionalmente, el rayo de medición 6 también puede ser emitido desde distintas posiciones de irradiación a diferentes alturas. En la vista superior de la Figura 3 está ilustrado que el rayo de medición 6 puede adoptar diferentes ángulos γ con respecto al sentido de la marcha 4 (o 4'), por ejemplo orientado inclinado hacia delante por la unidad de detector 5.

La unidad de detector 5 es un detector Doppler y evalúa, como se conoce en la técnica, la frecuencia de recepción del rayo de medición 6 reflejado por el vehículo 2 o sus ruedas 1, pudiendo determinarse por el desplazamiento de frecuencia Δf en función del efecto Doppler entre el rayo de medición 6 emitido y reflejado la componente v_p situada (proyectada) en sentido del rayo de medición 6 de la velocidad relativa v del vehículo 2 o de la velocidad tangencial v_t de la rueda 1 en el respectivo punto P de la zona de incidencia del rayo de medición 6. En las mitades derechas de las Figuras 1a – 1d está proyectado este desplazamiento de frecuencia en función del efecto Doppler, brevemente desplazamiento de Doppler, Δf en su transcurso temporal a través del tiempo t , designado en lo sucesivo también "señal de recepción" E de la unidad de detector 5.

Si se irradia el rayo de medición 6 paralelamente al plano de la calzada 3 ($\alpha = 90^\circ$, $\beta = 0^\circ$, $\gamma \neq 90^\circ$), resulta la señal de recepción E mostrada en la Figura 1a, con una subida repentina 9 en cuanto el rayo de medición 6 alcanza la carrocería 2, que se mueve con la velocidad v , del vehículo 2, y un salto 10 adicional durante el paso de la rueda 1. Si el rayo de medición 6 alcanza la rueda 1 o el vehículo 2 ligeramente inclinado desde arriba ($0 < \alpha < 90^\circ$, $0 < \beta < 90^\circ$, $0 < \gamma < 180^\circ$), resulta la señal de recepción E mostrada en la Figura 1b con una subida (o, en función del sentido de observación y de paso, caída) 11 durante el paso de una rueda 1. Un sentido de irradiación inclinado desde arriba con $\alpha = 0^\circ$, $0 < \beta < 90^\circ$ e $\gamma = 90^\circ$ provoca las subidas (o, en función del sentido de observación, caídas) 11 mostradas en la Figura 1c, que están corregidas en la velocidad propia v del vehículo 2.

La Figura 1d muestra que, con un corte transversal de rayo ampliado de manera real, no en forma de puntos ideales del rayo de medición 6 en la zona de incidencia 12 del rayo de medición 6 sobre la rueda 1 o el vehículo 2 siempre surge una superposición de las diferentes velocidades (tangenciales) debidas a diferentes puntos P en la zona de incidencia 12 o velocidades proyectadas v_p que, durante el paso de una rueda 1, provoca una mezcla de frecuencias de recepción, es decir, un fraccionamiento o dispersión F del transcurso de desplazamiento de Doppler o señal de recepción E, que es mayor que aquella dispersión de frecuencia F_0 que solo surge durante el paso de la carrocería del vehículo 2. También puede establecerse una dispersión de frecuencia F de este tipo como criterio para la aparición de una rueda 1.

Por eso, la aparición de una rueda 1 en un vehículo 2 que pasa puede detectarse en una modificación de tipo predefinido tal como un salto de frecuencia 10, una subida o caída 11 y/o una dispersión de frecuencia F en la señal de recepción E, que exceden respectivamente un valor umbral predefinido.

Para la llamada evaluación y detección de Doppler, la unidad de detector 5 puede ser de todo tipo conocido en la técnica, ya sea con un rayo de medición 6 continuo, modulado o por impulsos. Con un rayo de medición 6 continuo puede calcularse un desplazamiento de frecuencia de Doppler entre las frecuencias propias ("frecuencias portadoras") del rayo de medición 6 emitido y del reflejado, por ejemplo mediante medición de interferencias. Con un rayo de medición por impulsos o modulado puede medirse un desplazamiento de Doppler entre las tasas de impulsos o

frecuencias de modulación del rayo de medición 6 emitido y del reflejado. Todas estas frecuencias propias, portadoras, de impulsos o de modulación se entienden por las expresiones empleadas en este documento de la "frecuencia de emisión" del rayo de medición 6 y "frecuencia de recepción" del rayo de medición 6 reflejado, es decir, la expresión frecuencia de recepción comprende cualquier frecuencia del rayo de medición 6 influenciado por un efecto Doppler.

La Figura 4 muestra una señal de recepción E, tal como surge con el paso del vehículo 2 de la unidad de detector 5 cuando el rayo de medición 6 no alcanza una rueda 1, sino "solo" la carrocería del vehículo 2, que se mueve con la velocidad v teniendo en cuenta la dispersión de frecuencia F_0 en función de la geometría. Por las Figuras 1a, 1b, 1d y 4 (es decir, exceptuando la Figura 1c, en la que el sentido del rayo de medición 6 es normal con respecto al sentido de la marcha 4 del vehículo 2) es evidente que durante la duración T_F del paso del vehículo por la unidad de detector 5 surge una modificación sustancialmente constante, a saber, la subida 9 repentina con la velocidad v, en la señal de recepción E. Se puede recurrir a la duración T_F de esta "ventana de tiempo de paso" para una evaluación mejorada de la señal de recepción E para la detección de ruedas, a saber, con ayuda del procedimiento descrito ahora a continuación.

El procedimiento se basa en el uso de unidades de a bordo (OBU) 15 que lleva consigo respectivamente un vehículo 2 para autorizarle la participación en un sistema de peajes o de comunicación. Como se recurre a la detección de ruedas 1 de un vehículo 2 precisamente para sistemas de peaje a menudo como base para el cálculo de tasas, los OBU 15 pueden usarse al mismo tiempo en tales sistemas de peaje para los fines explicados en el presente documento.

La Figura 3 muestra por secciones un sistema de peaje 16 que comprende una pluralidad de equipos de control 17 repartidos geográficamente (solo se muestra uno), que están instalados por ejemplo a lo largo de la calzada 3 con distancias mutuas. Los equipos de control 17 están conectados mediante líneas de datos 18 con una central 19 del sistema de peaje 16. El sistema de peaje 16, en particular sus equipos de control 17, establecen peajes (establecen tasas) para usos de lugar de vehículos 2, por ejemplo la circulación en la calzada 3.

Con este fin, los equipos de control 17 pueden estar realizados por ejemplo como radiobalizas con un transceptor 21 dispuesto en un puente de carretera ("gantry") 20 y un ordenador de baliza 22 conectado y efectuar a través del transceptor 21 una comunicación por radio de corto alcance 23 (dedicated short range communication, DSRC) con la OBU 15 de un vehículo 2 que pasa. La comunicación por radio DSRC 23 puede conducir, por ejemplo, a una transacción de peaje que se notifica mediante el ordenador de baliza 22 y la conexión de datos 18 a la central 19 y/o se guarda en la OBU 15.

Los equipos de control (radiobalizas) 17, las OBU 15 y sus transceptores internos para efectuar las comunicaciones por radio DSRC 23 pueden estar estructurados de acuerdo con todos los estándares DSRC conocidos, en particular CEN-DSRC, ITS-G5 o WAVE (wireless access in vehicular environments). Cada comunicación por radio DSRC 23 durante un paso de una radiobaliza 17 puede cargar, por ejemplo, un determinado pago por uso de una cuenta de crédito en la central 19 y/o la OBU 15 y representa entonces una "transacción de cargo"; sin embargo, las comunicaciones por radio DSRC 23 también pueden formar transacciones de identificación, de mantenimiento, de actualización de software o similares en el marco del sistema de peaje 16.

En particular, también se puede recurrir a las comunicaciones por radio DSRC 23 para la consulta por radio (lectura) de datos guardados en las OBU 15, tales como datos maestros, datos de identificación, datos de transacción, datos de registros, etc. No solo los equipos de control o radiobalizas 17 fijos pueden realizar tales consultas por radio 23, sino también las radiobalizas 17 "móviles" en forma de una unidad de detector 5 configurada como vehículo de control. En otras palabras, la unidad de detector 5 también puede actuar como radiobaliza 17, y, por lo demás, también a la inversa, una radiobaliza 17 como unidad de detector 5. Por ello, todo lo que se expone acerca de la capacidad de comunicación DSRC de la radiobaliza 17 es aplicable también a la unidad de detector 5, que está dotada de un transceptor 24 propio con este fin, y a la inversa.

Por lo demás, las consultas por radio de OBU 15 mediante comunicaciones por radio DSRC 23 también pueden llevarse a cabo en sistemas de peaje 16 basados en navegación por satélite (global navigation satellite system, GNSS) en los que las OBU 15 se localizan, en lugar de por una red de radiobalizas 17 terrestres, respectivamente de manera autónoma mediante un receptor GNSS y envían sus lugares o transacciones de peaje calculadas a partir de esto por ejemplo mediante la red de radiobalizas o una red de telefonía móvil independiente a la central 19: en este caso, las OBU 15 también pueden estar dotadas de transceptores DSRC para consultas por radio mediante radiobalizas (equipos de control) 17 o vehículos de control (unidades de detector) 5. Por ello, el procedimiento descrito en el presente documento y la unidad de detector 5 debatida en el presente documento son adecuados para la interacción tanto con sistemas de peaje 16 basados en balizas como basados en satélites.

En consecuencia, se recurre a una comunicación por radio 23 entre el transceptor 24 de la unidad de detector 5 y el transceptor interno (no representado) de la OBU 15 para leer una información D guardada en la OBU 15, que está en relación con la longitud L del vehículo 2, para calcular de esto y con conocimiento de la velocidad v del vehículo 2 y de la relación $T_F = L/v$ la duración de paso T_F .

La información D guardada en la OBU 15 puede indicar la longitud del vehículo L tanto directa como indirectamente. En

el último caso, indica por ejemplo el número de ejes, la clase y/o el peso del vehículo, por lo cual, por ejemplo mediante las tablas de vehículos guardadas en la unidad de detector 5 o que se pueden consultar por la misma, se puede calcular la longitud de vehículo L previamente guardada para un número de ejes determinado, clase y/o peso determinado, en cierto modo "aproximadamente" a partir de la información D.

5 Por otra parte, la unidad de detector 5 puede medir la velocidad v del vehículo 2 de diferentes maneras, por ejemplo con ayuda de un velocímetro de láser, una cámara, barreras de luz, etc. que lleva consigo la unidad de detector 5 y que miden la velocidad v del vehículo 2 que pasa. A este respecto, basta con medir la velocidad v solo en un determinado momento durante o poco antes o después del paso del vehículo. Como alternativa, también podría medirse y usarse la máxima velocidad v que surge durante (o en el intervalo del) el paso del vehículo para calcular la duración de paso mínima T_F y continuar usándola para elevar la fiabilidad de la detección.

15 En el ejemplo mostrado en las Figuras 1 – 4, se calcula la velocidad v directamente a partir de una comunicación por radio 23, a saber, mediante medición de Doppler en la propia comunicación por radio 23. El procedimiento se basa en este caso en el uso de transceptores 24 especiales en la unidad de detector 5, que son capaces de calcular, al menos aproximadamente, mediante el sentido de la comunicación entre OBU 15 y transceptor 24 con relación al sentido de la marcha 4' de la unidad de detector 5, las relaciones angulares que resultan de esto, así como el desplazamiento de Doppler medido en sentido de la comunicación por radio 23 de la comunicación por radio 23 y, con esto, el movimiento relativo entre unidad de a bordo 15 y transceptor 24, la velocidad v del vehículo 2 en sentido de marcha 4. Preferentemente, para esto se usa exactamente aquella comunicación por radio 23 mediante la cual también se lee la información D de la OBU 15.

25 Como alternativa, también podría medirse la velocidad v con ayuda del propio rayo de medición 6, es decir, directamente de la señal de recepción de radio E, por ejemplo mediante el tamaño de los saltos de frecuencia 9.

30 La información D que indica la longitud del vehículo L puede estar previamente guardada en la OBU 15, por ejemplo almacenarse adaptada a cada vehículo en la entrega de la OBU 15 al usuario o el usuario puede introducirla por sí mismo tras la entrega en la OBU 15. Como alternativa, un equipo de control 17 estacionario o móvil puede medir la longitud del vehículo L o una propiedad del vehículo que indica indirectamente la misma tal como número de ejes, clase y/o peso del vehículo 2 en el recorrido del vehículo 2, por ejemplo con ayuda de un escáner 21', una cámara, una barrera de luz o similares, y de esto formarse la información D y guardarse en la OBU 15 mediante una comunicación por radio 23', como se muestra en la mitad izquierda de la Figura 3.

35 Por consiguiente, si un vehículo 2 pasa el equipo de detector 5, la información D guardada en la OBU 15 se lee mediante la comunicación por radio 23 y, de esto, se calcula la longitud de vehículo L. Al mismo tiempo, poco antes o poco después se mide la velocidad v del vehículo 2, de modo que, a partir de la longitud del vehículo L determinada y la velocidad v medida se puede calcular la duración T_F del paso del vehículo, como se ha explicado anteriormente.

40 De acuerdo con la Figura 4, ahora se determina con conocimiento de la duración T_F en la señal de recepción E una ventana de tiempo W cuya longitud es igual a la duración T_F y que coincide en el tiempo con los límites t_1, t_2 de aquella modificación 9 constante de la señal de recepción E que se debe al paso de la carrocería del vehículo. En otras palabras, se coloca una ventana de tiempo W de la duración T_F a lo largo del eje de tiempo t de la señal de recepción E de tal modo hasta que sus puntos de inicio y de fin coinciden aproximadamente con los puntos de inicio y de fin t_1, t_2 de una modificación 9 constante.

45 A continuación, en una sección de tiempo 25 que precede directamente a la ventana de tiempo de paso W o una sección de tiempo 26 directamente posterior de la señal de recepción E se determina un componente de señal parásita 27 que, como consecuencia, se usa para compensar la señal de recepción E en la ventana de tiempo W en este componente de señal parásita 27. Por ejemplo, podría llevarse a cabo un análisis de frecuencia de las frecuencias de recepción que surgen en la sección 25 y/o sección 26 y borrar, por ejemplo sustraerse, las mismas de la señal de recepción E en la ventana de tiempo W.

50 Preferentemente, para esto se usa solo la sección 25 que precede a la ventana de tiempo W o el paso del vehículo T_F , ya que el vehículo 2 podría tener un remolque que, si no, podría considerarse erróneamente componente de señal parásita en la siguiente sección 26. De acuerdo con otra forma de realización del procedimiento, con esto puede compararse un componente de señal 27' que surge en la sección 26 posterior con el componente de señal parásita 27 de la sección precedente 25 y, si el componente de señal 27' difiere significativamente del componente de señal parásita 27, puede deducirse de esto a la existencia de un remolque del vehículo 2.

60 Además, la ventana de tiempo de paso W también puede usarse para asignar cualesquiera ruedas 4 que se detecten durante la misma ventana de tiempo de paso W a un mismo vehículo 2 para calcular de esto el número de ejes de un vehículo 2.

65 Además, la señal de recepción E en la ventana de tiempo W puede compensarse con cualesquiera componentes de frecuencia que son causados por la velocidad v del vehículo 2, por ejemplo sustraerse la modificación 9 constante para facilitar la detección de las modificaciones 10, 11, F en la ventana de tiempo W de la señal de recepción E.

- Se entiende que, para esto, la unidad de detector 5 puede realizarse tanto en la forma móvil mostrada como vehículo de control como en forma estacionaria, por ejemplo usando una infraestructura de radio existente como radiobalizas WAVE o DSRC de un sistema de peaje o radiobalizas WLAN de una infraestructura de Internet de carretera. Con esto pueden usarse por ejemplo piezas de transceptor ya existentes de radiobalizas WLAN, WAVE o DSRC como pieza de transceptor de una unidad de detector Doppler 5. De esta manera, el procedimiento de la invención puede implementarse como una aplicación de software que funciona en un equipo de control o radiobaliza WLAN, WAVE o DSRC móvil o estacionario convencional.
- 5
- 10 Hasta ahora se ha partido de que la frecuencia de envío del rayo de medición 6 es constante, es decir, su transcurso temporal es un transcurso constante. Sin embargo, también es posible que la unidad de detector 5 envíe un rayo de medición 6 con un desarrollo de frecuencia de medición no constante en el tiempo, por ejemplo en el caso de procedimientos de transmisión por salto de frecuencia, en los que la frecuencia cambia constantemente de acuerdo con un patrón predefinido o conocido. Los transcurros (de mezcla) de la frecuencia de recepción o señales de recepción E registrados de las Figuras 1a – 1d y 4 se registran en relación con el transcurso temporal previamente conocido de la frecuencia de envío del rayo de medición 6, ya sea de manera constante o cambiante, es decir, se hace referencia a los mismos o se normalizan sobre los mismos, de modo que se puede compensar el efecto de desarrollos de frecuencia de envío conocidos.
- 15
- 20 Por consiguiente, la invención no está limitada a las formas de realización representadas, sino que comprende todas las variantes y modificaciones que están incluidas en el marco de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la detección de una rueda (1) de un vehículo (2) mediante emisión por una unidad de detector (5) de un rayo de medición electromagnético (6) de desarrollo de frecuencia conocido y registro de las frecuencias del rayo de medición (6) reflejado a la unidad de detector (5) en el transcurso temporal con respecto al desarrollo de frecuencia conocido como señal de recepción (E), presentando el vehículo (2) una unidad de a bordo (15) que puede establecer una comunicación por radio (23) con un transceptor (24) de la unidad de detector (5) y guarda una información (D) que indica la longitud del vehículo (L) al menos indirectamente, que comprende:
- 10 lectura de la mencionada información (D) de la unidad de a bordo (15) mediante una comunicación por radio (23) y medición de la velocidad (v) del vehículo (2),
 cálculo de la duración (T_F) del paso del vehículo (2) en la unidad de detector (5) a partir de la mencionada información (D) y de la velocidad (v),
 15 determinación de una ventana de tiempo (W) en la señal de recepción (E) que muestra una modificación (9) aproximadamente constante de la señal de recepción (E) a lo largo de la mencionada duración (T_F),
 determinación de un componente de señal parásita (27) en una sección (25) que antecede directamente a la ventana de tiempo (W) de la señal de recepción (E),
 compensación de la señal de recepción (E) en la ventana de tiempo (W) en el componente de señal parásita (27) y
 20 detección de al menos otra modificación (10, 11, F) del tipo de un salto (10), un ascenso (11), una caída (11) o una dispersión de frecuencia (F) de la señal de recepción (E), que está situada por encima de un valor umbral predefinido, dentro de la ventana de tiempo (W) como rueda (1).
- 25 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la información (D) guardada en la unidad de a bordo (15) indica directamente la longitud del vehículo (L).
- 30 3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la información (D) guardada en la unidad de a bordo (15) indica el número de ejes, la clase y/o el peso del vehículo (2), a partir de lo cual se determina aproximadamente la longitud del vehículo (L).
- 35 4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** la velocidad (v) del vehículo (2) se verifica mediante medición de Doppler en una comunicación por radio (23) entre la unidad de a bordo (15) y el transceptor (24).
5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado por que** la medición de Doppler se lleva a cabo en aquella comunicación por radio (23) que se usa para leer la mencionada información (D).
- 40 6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por** una compensación de la señal de recepción (E) en componentes de frecuencia que son causados **por** la velocidad (v) del vehículo (2) antes de que se lleve a cabo la detección de la rueda (1).
- 45 7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** las ruedas (1) que se detectan durante una misma ventana de tiempo (W) se asignan al mismo vehículo (2).
- 50 8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** la señal de recepción (E, 27) se compara con el componente de señal parásita (27) en una sección (26) directamente posterior a la ventana de tiempo (W) y a partir de esto se detecta la presencia de un remolque del vehículo (2).
- 55 9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** un equipo de control (17) estacionario o móvil mide la longitud del vehículo (L) o una propiedad del vehículo que indica indirectamente la misma, se forma a partir de esto la mencionada información (D) y se guarda mediante una comunicación por radio (23) en la unidad de a bordo (15).
- 60 10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado por que** la propiedad del vehículo medida es el número de ejes, la clase y/o el peso del vehículo (2).
- 65 11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por que** el rayo de medición (6) es un rayo de radar emitido por una antena direccional, preferentemente en el intervalo de frecuencia por encima de 70 GHz.
12. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado por que** un vehículo de control lleva consigo la unidad de detector (5).
13. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizada por que** la comunicación por radio (23, 23') se realiza de acuerdo con los estándares CEN-DSRC o ITS-WAVE.

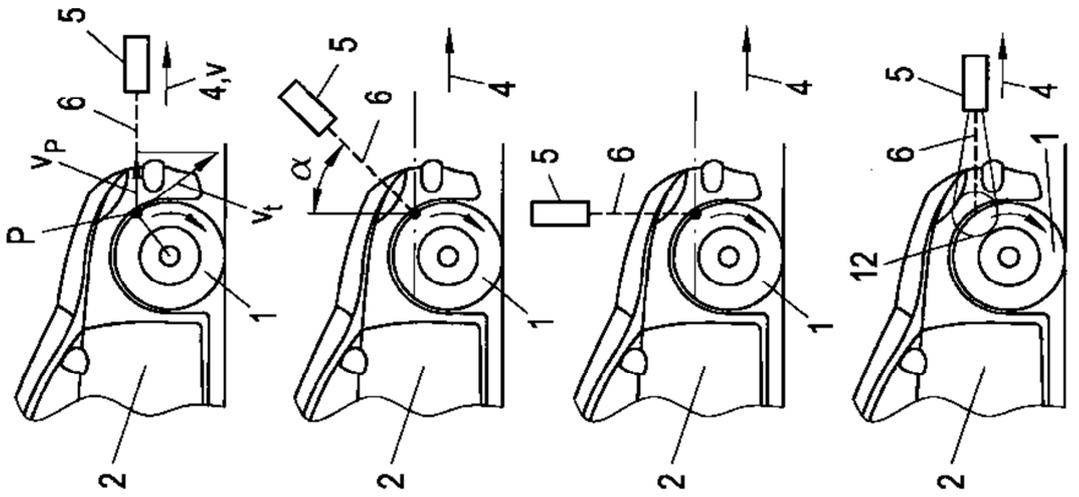
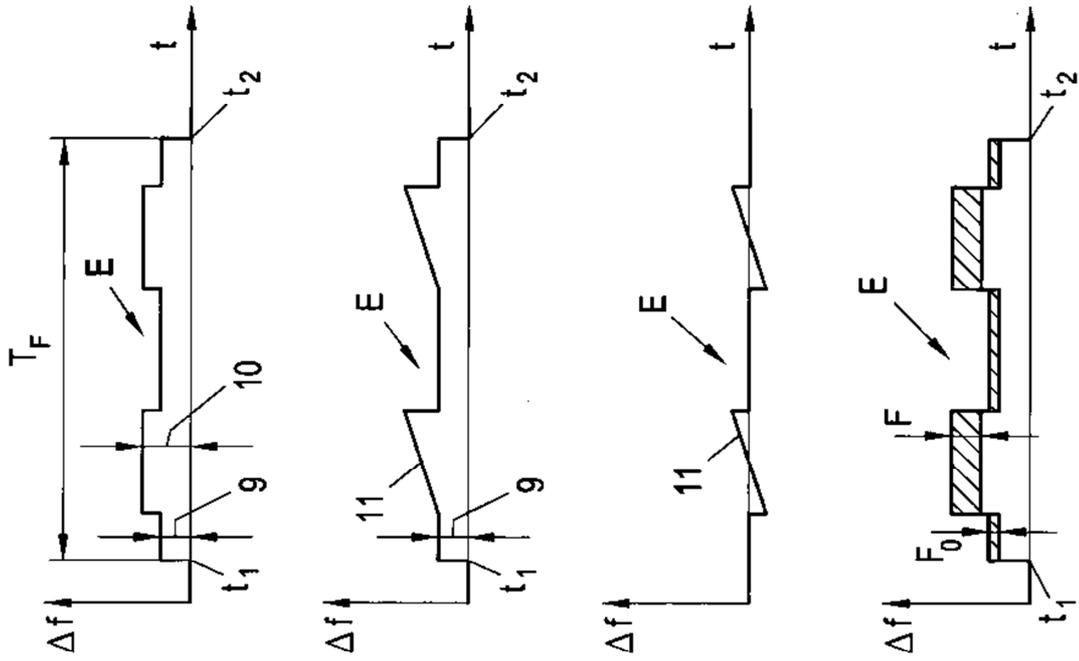


Fig. 1a

Fig. 1b

Fig. 1c

Fig. 1d

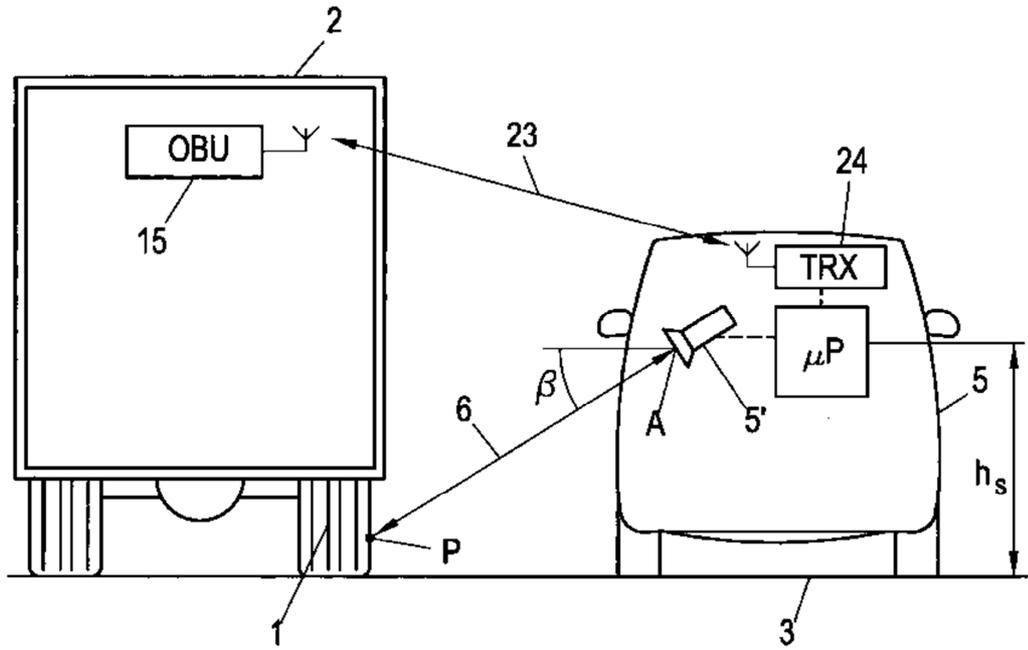


Fig. 2

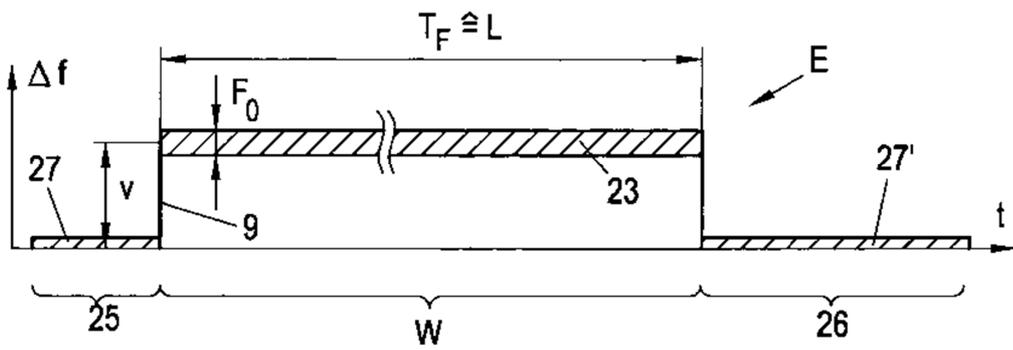


Fig. 4

