

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 402 106**

51 Int. Cl.:

**G01S 13/88** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.12.2010 E 10450188 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2013 EP 2472289**

54 Título: **Aparato de vehículo y procedimiento para el cobro de peaje a vehículos en función del número de pasajeros**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**29.04.2013**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**KARNER, GEORG**

74 Agente/Representante:

**ZEA CHECA, Bernabé**

**ES 2 402 106 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

Aparato de vehículo y procedimiento para el cobro de peaje a vehículos en función del número de pasajeros

- 5 La presente invención se refiere a un aparato de vehículo y a un procedimiento para el cobro de peaje de un vehículo en función del número de pasajeros en el marco de un sistema de peaje viario.

El cobro de peaje a vehículos en función del número de pasajeros se usa frecuentemente como medida en la política de transporte para regular el volumen de tráfico. Una aplicación preferida son los llamados carriles HOT (high occupancy toll lanes, carriles de peaje de alta ocupación). Los carriles HOT son carriles reservados a vehículos con varios pasajeros (high occupancy vehicles, HOV, vehículos de alta ocupación) que pueden ser usados también por vehículos con un menor número de pasajeros, siempre que se abone el correspondiente peaje de uso en función del número de pasajeros.

- 15 Con el fin de evitar el peligro de manipulación asociado a una autodeclaración del número de pasajeros o el peligro de error asociado a una inspección visual por parte del personal de control se usan cada vez más sistemas de peaje electrónicos que detectan automáticamente el número de pasajeros y calculan el peaje en función de este número. Estos sistemas usan aparatos de vehículo electrónicos (onboard units, OBUs, unidades de a bordo) que están equipados con detectores de pasajeros.

20 Una visión general sobre los sistemas disponibles en la actualidad se da en las publicaciones "Automated vehicle occupancy monitoring systems for HOV/HOT facilities - Final report", McCormick Ranking Corporation, Ontario, Canadá, diciembre de 2004; Steven Schijns y Paul Mathews, "A breakthrough in automated vehicle occupancy monitoring systems for HOV/HOT facilities", 12th HOV Systems Conference, Houston, Texas, 20 de abril de 2005; 25 Ginger Goodin, "Verifying vehicle occupancy for HOT lanes – A path toward automated systems", Violations Enforcement Summit, Boston, Massachusetts, 29-31 de julio de 2007; y Ginger Goodin y John P. Wikander, "Out for the count – Verifying vehicle occupancy: Prospects for an automated solution", Tolltrans 2009, páginas 44-49. Ginger Goodin, "Verifying vehicle occupancy for HOT lanes – A path toward automated systems", Violations Enforcement Summit, Boston, Massachusetts 29-31 de julio de 2007, hace una relación de las tecnologías de detección posibles 30 dentro o fuera de un vehículo para determinar el número de pasajeros, así como escenarios para su uso. Los sistemas conocidos proponen, entre otros, sensores de peso, sensores térmicos, sensores de infrarrojos, sensores de ultrasonido o sensores de radar para la detección de presencia, así como sensores biométricos para la detección de huellas dactilares, rostros, funciones cardiacas o pulmonares de los pasajeros. En el caso de las mediciones mencionadas en último lugar se usan hasta el momento sensores eléctricos o sensores de presión que miden la 35 corriente que pasa a través del cuerpo de los pasajeros o los cambios en la presión respiratoria. La publicación "Automated vehicle occupancy monitoring systems for HOV/HOT facilities – Final Report", McCormick Ranking Corporation, Ontario, Canadá, diciembre de 2004, describe un sistema de comunicación para el acoplamiento a nuevos sistemas de airbag adaptativo con el fin de transmitir los valores de su reconocimiento de ocupación de asientos a un sistema de vigilancia de carriles HOT.

40 Para la detección de la ocupación de asientos de vehículos para un control inteligente de los airbags ("smart airbags") se han desarrollado en los últimos años sensores de radar que pueden detectar los movimientos periódicos tenues del cuerpo humano sobre la base de sus funciones vitales, como el ritmo cardíaco y la respiración. Los sensores de radar usan radares Doppler CW en el intervalo de UHF (ultra-high frequencies continuous-wave Doppler 45 radar, radar Doppler de onda continua de ultra alta frecuencia) o el nuevo género de radar de impulsos UWB (ultra-wideband, UWB-IR, radar de impulsos de banda ultra ancha) que pueden medir los movimientos rítmicos de los ventrículos o los lóbulos pulmonares sin contacto y a través de medios como la ropa y las capas del cuerpo humano. En relación con las bases teóricas de estos sensores se remite a las publicaciones, que se incluyen aquí por referencia, de Jerry Silvious y David Tahmouh, "UHF measurement of breathing and hearbeat at a distance", IEEE 50 Radio and Wireless Symposium 2010, páginas 567-570; Isar Mostafanezhad, Olga Boric-Lubecke y Victor Lubecke, "A coherent low IF receiver architecture for Doppler radar motion detector used in life signs monitoring", IEEE Radio and Wireless Symposium 2010, páginas 571-574; así como Kyohei Otha, Katsushi Ono, Isamu Matsunami y Akihiro Kajiwara, "Wireless motion sensor using ultra-wideband impulse-radio", IEEE Radio and Wireless Symposium 2010, páginas 13-16. En las publicaciones de patente US2001/0042977A1, DE102005020847A1 y US7134687B2, por 55 ejemplo, se describen aplicaciones especiales de estos sensores Doppler y sensores de radar de impulsos UWB para el control de airbags. Según el documento DE102005020847A1, los radares UWB se integran en los respaldos de los asientos, miden el pasajero respectivo y adaptan el sistema de airbag y las distintas funciones de confort a la posición sentada, al tamaño y a la estatura medida del pasajero.

- 60 La presente invención tiene el objetivo de crear sobre la base de las tecnologías conocidas una nueva solución para el cobro de peaje a vehículos en función del número de pasajeros en sistemas de peaje viario, que permita aplicar las ventajas de una medición de los pasajeros sin contacto mediante sensores de radar biométricos.

Este objetivo se consigue en un primer aspecto de la invención con un aparato de vehículo, con un radar Doppler o un radar de impulsos UWB orientable hacia el interior del vehículo para medir los movimientos y generar al menos una señal de medición que los represente; y con un dispositivo de evaluación configurado para detectar en la señal de medición modelos de señal típicos de las actividades cardíacas o respiratorias de un pasajero, contar los modelos de señal que se producen simultáneamente en un momento de observación y calcular los datos de peaje en función del valor de conteo.

En un segundo aspecto, la invención crea un procedimiento para el cobro de peaje a vehículos en función del número de pasajeros en el marco de un sistema de peaje viario, que comprende:

- 10 orientar un radar Doppler o un radar de impulsos UWB hacia el interior del vehículo para medir movimientos y generar al menos una señal de medición que lo represente;
- detectar en la señal de medición modelos de señal típicos de actividades cardíacas o respiratorias de un pasajero;
- contar modelos de señal que se producen simultáneamente en un momento de observación; y
- 15 calcular datos de peaje en función del valor de conteo.

La invención posibilita una determinación exacta y sin contacto, que no es propensa a fallos, de un peaje en función del número de pasajeros sobre la base de la detección de las funciones vitales como el ritmo cardíaco y/o la respiración de los pasajeros individuales. Esto excluye en gran medida las tentativas de fraude por parte de los pasajeros, las equivocaciones del personal de control y las mediciones erróneas debido a sombras u objetos extraños. Como resultado de esto se puede cobrar casi el 100% del peaje, por ejemplo, en carriles HOT.

En una primera realización preferida de la invención, los valores de conteo de varios momentos de observación sucesivos se promedian para formar un valor promedio y los datos de peaje se calculan a partir de este valor promedio, y el dispositivo de evaluación del aparato de vehículo está configurado también para ejecutar esta función de promediación. Esta realización impide los fallos originados por mediciones erróneas temporales o mediciones parásitas simultáneas, por ejemplo, de pasajeros de un vehículo contiguo, transeúntes, etc., que son captados casualmente a la vez por el campo de dispersión del radar Doppler o el radar de impulsos UWB. Las situaciones, en las que se producen cada vez más estos fallos, son, por ejemplo, las intersecciones, en las que se detienen varios vehículos, o cuando varios vehículos avanzan casi a la misma velocidad en carriles paralelos. En este caso, los vehículos se encuentran localmente muy cerca uno de otro durante un período de tiempo limitado, de manera que el sensor del vehículo no puede asignar con fiabilidad la ubicación de las personas en el respectivo vehículo. Estos fallos temporales se eliminan mediante el promedio durante un período de observación más largo.

Para suprimir los fallos resulta favorable también considerar durante el conteo sólo aquellos modelos de señal que en promedio durante varios momentos de observación no indican una velocidad relativa del pasajero que sirve de base al respectivo modelo de señal. Por consiguiente, según la invención se considera también la velocidad propia o la aceleración de las personas que se van a detectar: dentro del vehículo con el sensor, la componente de velocidad propia de la señal de medición es cero y otros vehículos tienen otras velocidades propias al menos temporalmente. Por tanto, los modelos de señal detectados se pueden comparar a velocidades propias, idénticas a la velocidad propia del vehículo, a fin de asignar de manera fiable los pasajeros seleccionados al respectivo vehículo.

Además, es favorable que el promedio temporal se inicie preferentemente en una posición geográfica, por ejemplo, al comienzo de un carril HOT/HOV, en el que se miden de manera unívoca sólo los pasajeros de un vehículo mediante una separación constructiva (por ejemplo, la separación de un carril). Por consiguiente, el momento o los momentos de observación se inician cuando el vehículo llega a una posición predefinida. A tal efecto, el aparato de vehículo presenta preferentemente un dispositivo de determinación de posición correspondiente, por ejemplo, un receptor de navegación por satélite.

Es posible también medir la velocidad del vehículo, determinar fases de aceleración a partir de esta velocidad y seleccionar los momentos de observación en fases de aceleración del vehículo. En estas fases de aceleración resulta muy poco probable que los vehículos ajenos, que circulan en paralelo, tengan la misma velocidad, por lo que los pasajeros de los vehículos ajenos, que tienen, por tanto, velocidades relativas (promediadas) distintas de cero, se pueden separar con especial facilidad.

Para evitar radiaciones perturbadoras y mediciones perturbadoras es especialmente favorable también que la característica de antena del radar Doppler o del radar de impulsos UWB esté adaptada al interior del vehículo.

En otra realización preferida del aparato de vehículo de la invención, el radar Doppler o el radar de impulsos UWB tiene por cada asiento del vehículo una antena transceptora propia, orientable hacia éste, para generar una señal de medición propia, en la que los modelos de señal se pueden detectar separadamente por pasajero. Esta variante aumenta el costo de hardware en el lado de alta frecuencia del aparato de vehículo, pero simplifica el procesamiento de señales en la parte procesadora de señales del aparato de vehículo.

Una realización alternativa preferida del aparato de vehículo de la invención se caracteriza porque el radar Doppler o el radar de impulsos UWB presenta para todo el interior del vehículo una antena transceptora común para generar una señal de medición común, en la que los modelos de señal, que se producen simultáneamente, se pueden detectar mediante una comparación de correlación con modelos de señal de referencia predefinidos. Esta variante simplifica el lado de alta frecuencia del aparato de vehículo a costa de una elevada complejidad de la parte procesadora de señales.

Los datos de peaje, calculados en función del número de pasajeros, se pueden almacenar en el aparato de vehículo para una solicitud posterior o se pueden usar directamente, por ejemplo, para debitar una cuenta prepago almacenada en una tarjeta prepago del aparato de vehículo. En una realización alternativa de la invención, los datos de peaje calculados se envían a una central del sistema de peaje viario. A tal efecto, el aparato de vehículo de la invención tiene un transceptor conectado al dispositivo de evaluación para comunicar los datos de peaje calculados en función del número de pasajeros desde el aparato de vehículo hasta al menos una radiobaliza del sistema de peaje viario.

La invención se explica detalladamente a continuación por medio de ejemplos de realización preferidos con referencia a los dibujos adjuntos. Muestran:

- Fig. 1 vista de conjunto esquemática de un sistema de peaje viario de la invención;
- Fig. 2 un esquema de bloques de un aparato de vehículo de la invención;
- Fig. 3 y 4 el interior de un vehículo equipado con distintas realizaciones de un aparato de vehículo de la invención en la vista lateral o en la vista en planta;
- Fig. 5 y 6 modelos de señal de referencia de mediciones de radar de los movimientos del cuerpo de un pasajero sobre la base de la actividad respiratoria (figura 5) y del ritmo cardíaco (figura 6);
- Fig. 7 una señal de medición a modo de ejemplo de un radar de impulsos UWB del aparato de vehículo de la invención, que representa simultáneamente los modelos de movimiento de varios pasajeros; y
- Fig. 8 modelos de señal, separados por pasajero, que se han obtenido a partir de la señal de medición de la figura 7 y se usan en el dispositivo de evaluación o el procedimiento de la invención para calcular los datos de peaje.

La figura 1 muestra una sección a modo de ejemplo de un sistema de peaje viario 1, en el marco del que se mueven vehículos 2, 3 en carriles 4, 5. El sistema de peaje viario 1 comprende, por ejemplo, una pluralidad de radiobalizas 6 que están situadas en el lado de la carretera y pueden estar conectadas a una central (no representada) del sistema de peaje viario 1 mediante líneas de datos 7. Las radiobalizas 6 (roadside equipment, RSE, equipo del lado de la carretera) comprenden, por ejemplo, un ordenador local 8, al que se han conectado un transceptor 9 y al menos una cámara 10 que están soportados por un puente de montaje 11 instalado por encima de los carriles 4, 5.

Los vehículos 2, 3 están equipados, por su parte, con aparatos de vehículo (onboard units, OBUs) 12 que se pueden comunicar vía radio con los transceptores 9 de las radiobalizas 6 para transmitir al sistema de peaje viario 1 datos de peaje que dan lugar a transacciones de peaje correspondientes. La cámara 10 puede ser controlada por el ordenador 8 para tomar imágenes de vehículos 2, 3 que cometan infracciones de peaje, por ejemplo, debido a la ausencia o al mal ajuste de OBUs 12 o debido a fondos insuficientes en cuenta para el pago de las tasas de peaje resultantes de los datos de peaje, etc.

Las radiobalizas 6 y los OBUs 12 se pueden comunicar, por ejemplo, según el estándar DSRC (dedicated short range communication, comunicación dedicada de corto alcance) o WAVE (wireless access in a vehicle environment, conexión inalámbrica en entorno vehicular). En vez de los sistemas de peaje viario mostrados 1 se podría usar también, por ejemplo, un sistema de peaje viario GNSS (global navigation satellite system, sistema global de navegación por satélite) o PLMN (public land mobile network, red móvil terrestre pública), en el que los OBUs 12 localizados vía satélite transmiten datos de peaje (por ejemplo, incluidos datos de posición) a través de una red de telefonía móvil.

Las tasas de peaje en el sistema de peaje viario 1 se determinan al menos parcialmente sobre la base del número de pasajeros de un vehículo 2, 3, por ejemplo, para el uso de un carril HOT, como el carril 4, que requiere el pago de una tasa de peaje elevada si el vehículo 2 tiene un pequeño número de pasajeros. Para poder calcular las tasas de peaje en función del número de pasajeros y de manera automática, el OBU 12 está equipado con un detector de pasajeros que cuenta el número de pasajeros del vehículo, como se explica más detalladamente por medio de las figuras 2 a 8.

Según la representación esquemática de las figuras 2 a 4, el OBU 12 está equipado con un radar Doppler de onda continua (continuous-wave, CW) o un radar de impulsos de banda ultra ancha 13 (ultra-wideband, UWB) que transmite ondas de radar 14 al interior de vehículo 15, exactamente a los pasajeros 16 en los asientos de vehículo 17 y recibe las ondas de radar 18 reflejadas por estos. A tal efecto, el OBU 12 se puede fijar, por ejemplo, en el

lado interior del parabrisas 27 del vehículo 2, 3. Con ayuda del radar 13 se pueden medir movimientos en el interior de vehículo 15 y se puede generar una señal de medición 21 representativa de estos movimientos (véase también figura 7) para un dispositivo de evaluación 19 del OBU 12.

- 5 Los dos tipos de radar mencionados, o sea, tanto el radar Doppler UHF-CW como el radar de impulsos UWB, tienen una sensibilidad extremadamente alta y una resolución local extremadamente fina en el intervalo de milímetros y pueden atravesar materiales, como la ropa y las capas de la piel, de manera que se pueden medir los pequeños movimientos de los ventrículos, las arterias, los lóbulos pulmonares, etc., del cuerpo humano. A tal efecto, en el caso del radar Doppler se miden los desplazamientos de frecuencia o fase condicionados por el efecto Doppler entre las ondas de radar 14, 18 emitidas y reflectadas. En el caso del radar de impulsos UWB, la duración de impulso de los impulsos de radio extremadamente cortos en el intervalo de nanosegundos, que tienen un espectro de banda muy ancha en el intervalo de frecuencia, se mide cuando estos son reflectados en objetivos, como los pasajeros 16, a fin de detectar distancias y sus variaciones. En relación con la teoría y el modo de funcionamiento del radar Doppler CW y del radar de impulsos UWB se remite a las publicaciones mencionadas al inicio, cuyo contenido divulgado se incluye aquí por referencia.

La figura 5 muestra una señal de medición 28 a modo de ejemplo que se registró con un radar Doppler UHF-CW 13 a partir de los movimientos de la parte superior del tórax de un pasajero 16 y que representa su actividad respiratoria. La figura 6 muestra una señal de medición 29 a modo de ejemplo que se registró con un radar Doppler UWB 13 a partir de los movimientos de la carótida de un pasajero 16 y que representa su ritmo cardíaco. Los modelos de señal, como los representados en las figuras 5 y 6, se pueden determinar en mediciones de referencia y almacenar como modelos de señal de referencia típicos de una actividad cardíaca o respiratoria de un pasajero en una memoria del radar 13 o del OBU 12 para su uso en el procedimiento de evaluación ulterior.

25 En la realización de la figura 3, el radar 13 tiene para todo el interior de vehículo 15 una antena transceptora común 20 que detecta y mide a la vez todos los pasajeros 16. Por tanto, la señal de medición 21 transmitida por el radar 13 al dispositivo de evaluación 19 es una mezcla de todos los modelos de señal de movimiento y actividad cardíaca y respiratoria, que se reciben de todos los pasajeros 16, y se muestra a modo de ejemplo en la figura 7.

30 El dispositivo de evaluación 19 detecta de la mejor manera posible (best fit, mejor ajuste) los modelos de señal de los pasajeros individuales 16 en la señal de medición 21 mediante una correlación correspondiente con los modelos de señal de referencia conocidos 28, 29 para separar entre sí los modelos de señal que se solapan. Los modelos de señal separados 22-25 están representados en la figura 8 como vías individuales (tracks) en relación con el tiempo  $t$ .

35 Se entiende que no es posible la división unívoca, en su totalidad, de los modelos de señal individuales detectados en las vías 22-25, es decir, se pueden producir transposiciones respecto a las vías, pero se vuelve a ejecutar un ajuste (best fit) para llenar las vías lo mejor posible. Sin embargo, las transposiciones eventuales no son relevantes para el procedimiento ulterior, ya que esencialmente es importante sólo el número de modelos de señal detectados a la vez y no su asignación a personas individuales.

40 En la realización alternativa del OBU 12 de la figura 4, el radar 13 presenta para el asiento 17 del vehículo 2 (o para distintos grupos de asientos) respectivamente una antena transceptora propia 26 orientada hacia el asiento para generar a la vez una señal de medición separada por pasajero, es decir, una señal de medición multivías, como la mostrada en la figura 8 en forma de las vías de señal de medición 22-25.

45 Las vías 22-25, separadas por pasajero, de la señal de medición 21 son analizadas a continuación por el dispositivo de evaluación 19 del OBU 12 respecto a su coincidencia temporal, es decir, la simultaneidad en determinados momentos de observación  $t_1, t_2, \dots$ , en general  $t_i$ . El número  $A_i$  de modelos de señal detectados 22-25, que se producen a la vez en un momento de observación determinado  $t_i$ , se cuenta y se indica en la figura 8 debajo de los respectivos momentos de observación  $t_i$ .

Los errores de medición, las sombras, la inseguridad de la correlación, etc., pueden provocar interrupciones o "fallos" 30 que pueden dar como resultado un número de pasajeros  $A_i$  demasiado pequeño temporalmente. Las mediciones de dispersión o las mediciones erróneas, por ejemplo, de pasajeros de vehículos contiguos, transeúntes, etc., pueden dar como resultado, por el contrario, modelos de señal 31 que se producen brevemente y un valor de conteo  $A_i$  demasiado alto. Por tanto, se promedian preferentemente los valores de conteo  $A_i$  de varios momentos de observación sucesivos  $t_i$  durante un período de observación para obtener números de pasajeros promediados  $\bar{A}_i$ .

A partir de los modelos de señal 22-25 atribuibles a los movimientos de los pasajeros 16 (o a partes de su cuerpo) se pueden determinar también velocidades relativas promediadas de los pasajeros 16 respecto al OBU 12. Al determinarse los valores de conteo  $A_i$  o  $\bar{A}_i$  se tienen en cuenta preferentemente sólo aquellos modelos de señal 22-25 que no indican una velocidad relativa del pasajero 16 que sirve de base al respectivo modelo de señal en relación con el OBU 12. El conteo por error de los pasajeros de vehículos contiguos se puede reducir así de manera

esencial, porque en un período de tiempo de observación que abarca varios momentos de observación  $t_i$ , estos tienen, por lo general, una velocidad relativa respecto al OBU 2 que es distinta significativamente de cero, es decir, supera un valor umbral.

- 5 Los valores de conteo  $A_i$  o  $\tilde{A}_i$  se usan a continuación para calcular datos de peaje que dependen de estos valores en el OBU 12, por ejemplo, una tasa de peaje que disminuye con el incremento del número de pasajeros y viceversa.

- Los datos de peaje que dependen del número de pasajeros, que se han calculado de esta manera, se pueden almacenar en una memoria del OBU 12 para una lectura y una evaluación posterior o se transmiten preferentemente  
10 mediante un transceptor 32 del OBU 12 al sistema de peaje viario 1, por ejemplo, el transceptor 9 de la radiobaliza 6 más próxima, para el cálculo ulterior en el sistema de peaje viario 1.

- El OBU 12 puede estar equipado además con un dispositivo de determinación de posición 33 para determinar su propia posición, preferentemente un receptor de navegación por satélite, en particular un receptor GPS. De este  
15 modo, el momento o los momentos de observación  $t_i$  se pueden seleccionar o iniciar en función de la ubicación, es decir, cuando el vehículo 2, 3 llega a una posición geográfica predefinida. Esta posición geográfica puede ser, por ejemplo, un punto de conteo predefinido, en el que se debe determinar el número de pasajeros, en cierto modo una "zona de conteo virtual", o una oportunidad de conteo favorable en un carril de separación para vehículos individuales, en el que los vehículos circulan a distancia uno detrás de otro, de manera que se reduce el peligro de  
20 contar a la vez los pasajeros de vehículos ajenos.

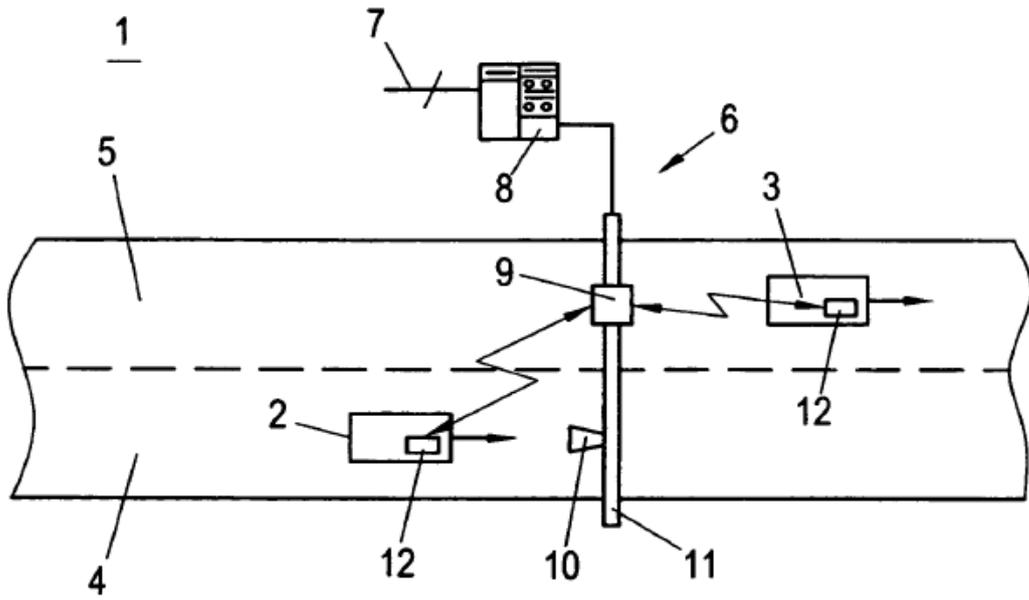
- Otra posibilidad consiste en que con ayuda del dispositivo de determinación de posición 33 (o un dispositivo de medición de velocidad alternativo) del vehículo 2, 3 se mide su velocidad y a partir de ésta se determinan fases de aceleración del vehículo 2, 3 que se seleccionan para los momentos de observación  $t_i$ . En estas fases de aceleración  
25 resulta improbable que los pasajeros del vehículo 2, 3 tengan la misma velocidad relativa que los pasajeros de terceros vehículos circundantes que, por lo general, no aceleran de la misma manera, lo que junto con la consideración de las velocidades relativas de los pasajeros, que sirven de base a los modelos de señal 22-25, excluye eficazmente a los pasajeros de terceros vehículos de los valores de conteo  $A_i$  o  $\tilde{A}_i$ .

- 30 La invención no está limitada a las realizaciones representadas, sino que comprende todas las variantes y modificaciones que entran en el marco de las reivindicaciones adjuntas.

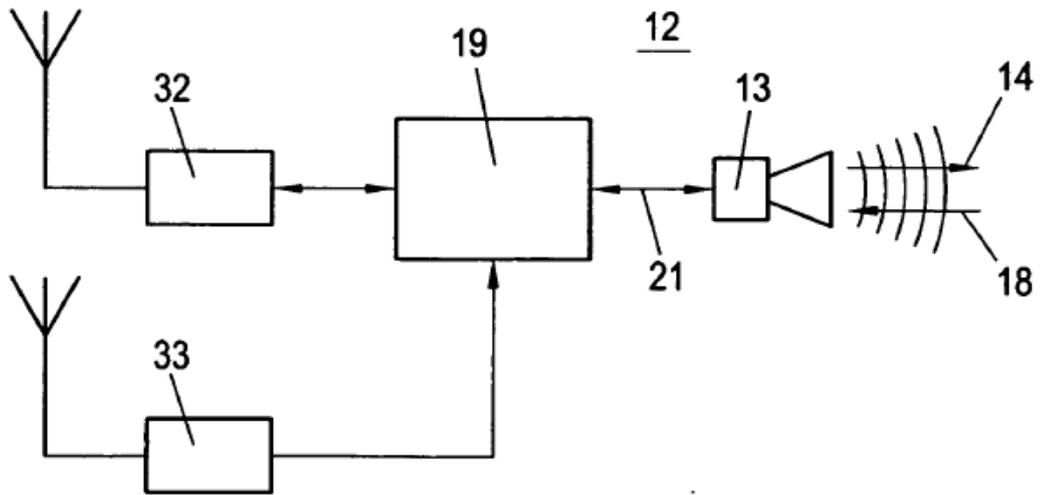
## REIVINDICACIONES

1. Aparato de vehículo (12) para el cobro de peaje de un vehículo (2, 3) en función del número de pasajeros en el marco de un sistema de peaje viario (1), **caracterizado por** la combinación de un radar Doppler o un radar de impulsos UWB (13), orientable hacia el interior de vehículo (15), para medir movimientos y generar al menos una señal de medición (21-25) que los representa; y un dispositivo de evaluación (19) configurado para detectar en la señal de medición (21-25) modelos de señal (28, 29) típicos de las actividades cardíacas o respiratorias de un pasajero (16), para contar los modelos de señal (22-25) que se producen simultáneamente en un momento de observación ( $t_i$ ), considerando sólo aquellos modelos de señal (22-25) que en promedio entre varios momentos de observación ( $t_i$ ) no indican una velocidad relativa del pasajero que provoque el respectivo modelo de señal (22-25), y para calcular los datos de peaje en función del valor de conteo ( $A_i, \bar{A}_i$ ).
2. Aparato de vehículo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el dispositivo de evaluación (19) está configurado para promediar los valores de conteo ( $A_i$ ) de varios momentos de observación sucesivos ( $t_i$ ) para formar un valor promedio ( $\bar{A}_i$ ) y calcular los datos de peaje en función de este valor promedio ( $A_i, \bar{A}_i$ ).
3. Aparato de vehículo según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** el aparato de vehículo (12) presenta un dispositivo de determinación de posición (33) que activa el momento o los momentos de observación ( $t_i$ ) del dispositivo de evaluación (19) cuando el vehículo (2, 3) llega a una posición predefinida.
4. Aparato de vehículo según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** la característica de antena del radar Doppler o del radar de impulsos UWB (13) está adaptada al interior de vehículo (15).
5. Aparato de vehículo según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** el radar Doppler o el radar de impulsos UWB (13) tiene para cada asiento (17) del vehículo (2, 3) una antena transceptora propia (26) orientable hacia éste para generar una señal de medición propia (22-25), en la que los modelos de señal (28, 29) se pueden detectar separadamente por pasajero.
6. Aparato de vehículo según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** el radar Doppler o el radar de impulsos UWB (13) presenta para todo el interior de vehículo (15) una antena transceptora común (20) para generar una señal de medición común (22-25), en la que los modelos de señal (22-25) que se producen simultáneamente se pueden detectar mediante una comparación de correlación con modelos de señal de referencia predefinidos (28, 29).
7. Aparato de vehículo según una de las reivindicaciones 1 a 6, adicionalmente **caracterizado por** un transceptor (31) conectado al dispositivo de evaluación (19) para comunicar los datos de peaje calculados en función del número de pasajeros desde el aparato de vehículo (12) hasta al menos una radiobaliza (6) del sistema de peaje viario (1).
8. Procedimiento para el cobro de peaje a vehículos (2, 3) en función del número de pasajeros en el marco de un sistema de peaje viario (1), **caracterizado por:** orientar un radar Doppler o un radar de impulsos UWB (13) hacia el interior de vehículo (15) para medir movimientos y generar al menos una señal de medición (21-25) que los represente; detectar en la señal de medición (21-25) modelos de señal (28, 29) típicos de actividades cardíacas o respiratorias de un pasajero (16); contar modelos de señal (22-25) que se producen simultáneamente en un momento de observación ( $t_i$ ), considerándose sólo aquellos modelos de señal (22-25) que en promedio durante varios momentos de observación ( $t_i$ ) no indican una velocidad relativa del pasajero que sirva de base al respectivo modelo de señal (22-25); y calcular datos de peaje en función del valor de conteo ( $A_i, \bar{A}_i$ ).
9. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado porque** los valores de conteo ( $A_i$ ) de varios momentos de observación sucesivos ( $t_i$ ) se promedian para formar un valor promedio ( $\bar{A}_i$ ) y los datos de peaje se calculan a partir de este valor promedio ( $\bar{A}_i$ ).
10. Procedimiento según la reivindicación 8 ó 9, **caracterizado porque** el momento o los momentos de observación ( $t_i$ ) se inician cuando el vehículo (2, 3) llega a una posición predefinida.
11. Procedimiento según la reivindicación 8 ó 9, **caracterizado porque** se mide la velocidad del vehículo (2, 3), se determinan fases de aceleración a partir de ésta y se seleccionan los momentos de observación ( $t_i$ ) en fases de aceleración del vehículo.
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 11, **caracterizado por** el paso ulterior de transmitir los datos de peaje a una central del sistema de peaje viario (1).

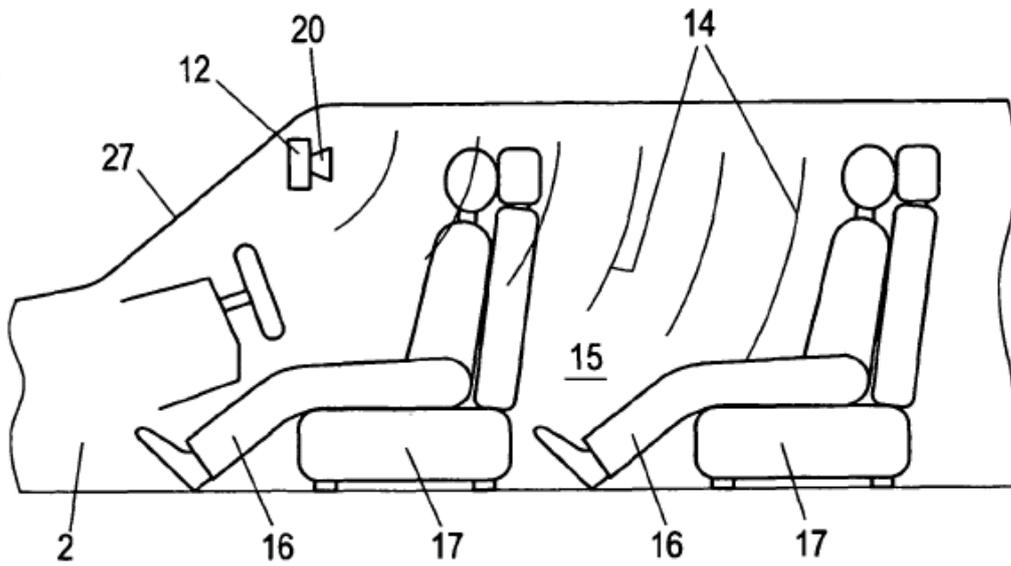
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 12, **caracterizado porque** éste se usa para el cobro de peaje a vehículos (2, 3) en carriles HOV (4).



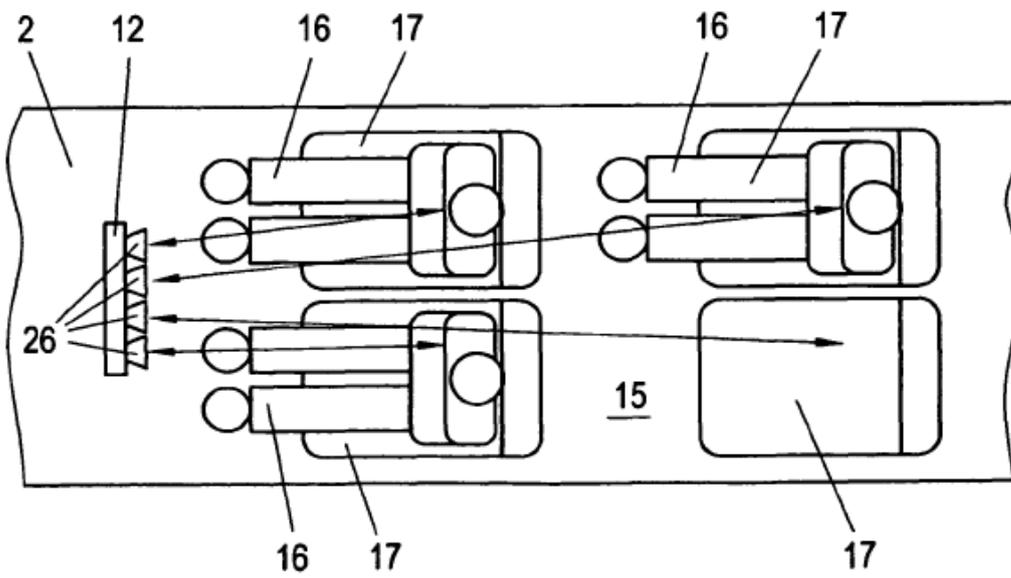
*Fig. 1*



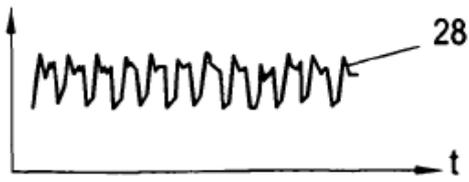
*Fig. 2*



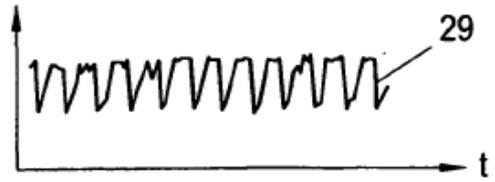
*Fig. 3*



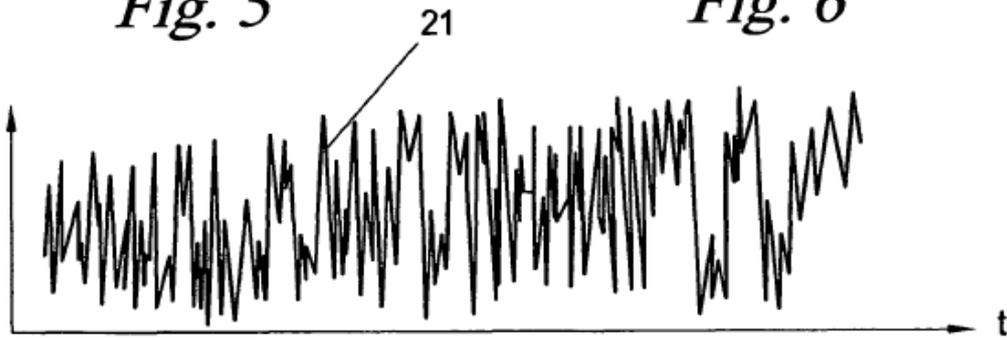
*Fig. 4*



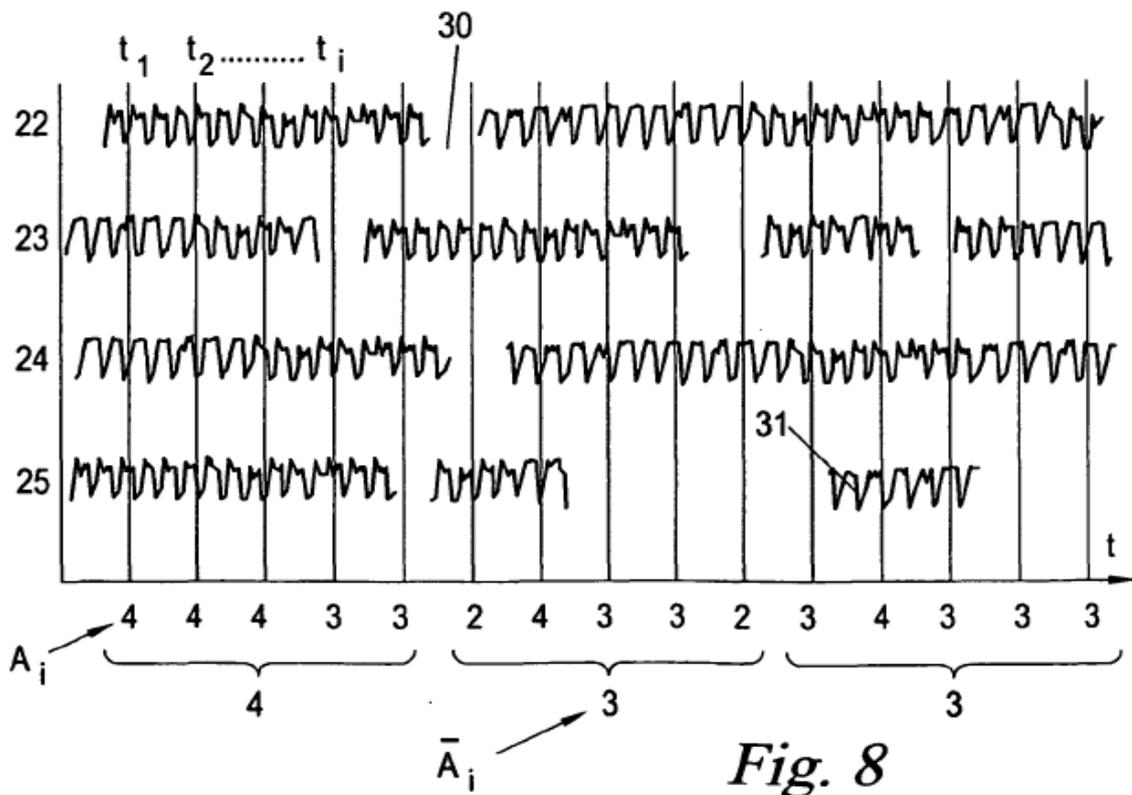
*Fig. 5*



*Fig. 6*



*Fig. 7*



**REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN**

*Esta lista de referencias citadas por el solicitante es únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de la patente europea. A pesar del cuidado tenido en la recopilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO niega toda responsabilidad en este sentido.*

**Documentos de patente citados en la descripción**

- |    |                           |                      |
|----|---------------------------|----------------------|
| 10 | • US20010042977A1 [0005]  | • US7134687B2 [0005] |
|    | • DE102005020847A1 [0005] |                      |

**15 Literatura no patente citada en la descripción**

- |  |  |
|--|--|
| • Automated vehicle occupancy monitoring systems for HOV/HOT facilities - Final report. McCormick Ranking Corporation, diciembre de 2004 [0004]  | • <b>JERRY SILVIOUS; DAVID TAHMOUSH.</b> UHF measurement of breathing and hearbeat at a distance. IEEE Radio and Wireless Symposium 2010, páginas 567-570 [0005]   |
| 20 • <b>STEVEN SCHIJNS; PAUL MATHEWS.</b> A breakthrough in automated vehicle occupancy monitoring systems for HOV/HOT facilities. 12th HOV Systems Conference, 20 de abril de 2005 [0004] | • <b>ISAR MOSTAFANEZHAD; OLGA BORIC-LUBECKE; VICTOR LUBECKE.</b> A coherent low IF receiver architecture for Doppler radar motion detector used in life signs monitoring. IEEE Radio and Wireless Symposium 2010, 571-574 [0005] |
| • <b>GINGER GOODIN.</b> Verifying vehicle occupancy for HOT lanes – A path toward automated systems. Violations Enforcement Summit, 29 de julio de 2007 [0004]                             | • <b>KYOHEI OTHA; KATSUSHI ONO; ISAMU MATSUNAMI; AKIHIRO KAJIWARA.</b> Wireless motion sensor using ultra-wideband impulse-radio. IEEE Radio and Wireless Symposium 2010, 13-16 [0005]   |
| 25 • <b>GINGER GOODIN; JOHN P. WIKANDER.</b> Out for the count – Verifying vehicle occupancy: Prospects for an automated solution, 2009, 44-49 [0004]                                      |  |
| 30   |  |