

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 530 620**

51 Int. Cl.:

**G07B 15/06** (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.05.2012 E 12168187 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.11.2014 EP 2665044**

54 Título: **Procedimiento para medir el rendimiento de un sistema de peaje viario**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**04.03.2015**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**TIJINK, JASJA**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 530 620 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 medir el rendimiento de un sistema de peaje viario

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento para medir el rendimiento de un sistema de peaje viario que se basa en una pluralidad de unidades de a bordo montadas en un vehículo que determinan respectivamente su posición, que se pueden comunicar por radio con estaciones de radio distribuidas geográficamente para recopilar transacciones de peaje relativas a posiciones en una central de peaje conectada a las mismas.
- 10 Sistemas de peaje viario modernos (sistemas electrónicos de cobro de tasas, sistemas EFC (*electronic fee collection systems*)) siguen, en cuanto a sus funciones, sus reparto de roles y sus interfaces, a menudo a los principios definidos en la norma ISO 17573, "Road Transport and Traffic Telematics - Electronic Fee Collection - System Architecture for Vehicle Related Transport Services" (Telemática aplicada al tráfico y al transporte por carretera – Cobro electrónico de tasas – Arquitectura de sistemas para servicios de transporte relacionados con vehículos).
- 15 Para el espacio europeo se han fijado con la directriz de la UE 2004/52/EG del 29 de abril 2004 y con la decisión de la Comisión Europea 2009/750/EG del 6 de octubre 2009 requisitos para la interoperabilidad de sistemas EFC de este tipo ("*European Electronic Toll Service*", EETS, servicio electrónico europeo de telepeaje). Según éstos, el usuario debe poder pagar tasas de peaje con una unidad de a bordo (OBU, Online Board Unit), que está registrada o contratada en un único proveedor de servicios, en toda la Unión Europa mediante las infraestructuras más diversas tal como redes de telefonía móvil GSM específicas de países o redes de radiobaliza DSRC (*dedicated short range communication*, comunicación dedicada de corto alcance) a los respectivos operadores de mantenimiento de carretera y autoridades, los denominados "perceptores de peaje". A la inversa, los perceptores de peaje deben tener libertad en la selección de proveedores de servicios y en el uso de la infraestructura.
- 25 Para proveedores de servicios surge a menudo el problema de que tengan que garantizar al perceptor de peaje un determinado rendimiento, por ejemplo, un determinado grado de cobro de peaje en un trayecto de peaje, sin embargo, sin tener la disposición completa de la infraestructura situada entre medias tal como redes de telefonía móvil y redes de baliza DSRC. Los perceptores de peaje, a su vez, desean tener un instrumental con el que puedan comprobar el rendimiento de un sistema de peaje viario operado por diferentes proveedores de servicios y propietarios de infraestructura para vigilar la conformidad contractual de éstos.
- 30

Para medir el rendimiento de sistemas de peaje viario se emplean actualmente flotas de vehículos de prueba, que, por ejemplo, recorren a modo de muestra trayectos de peaje previamente establecidos para comparar a continuación las transacciones de peaje que se producen en la central del perceptor de peaje con los viajes de muestra. Esto implica un despliegue personal y organizativo elevado, en particular cuando el rendimiento se deba vigilar continuamente o se deba determinar periódicamente una medida de rendimiento del sistema de peaje viario.

35

La invención tiene el objetivo de crear un procedimiento para medir el rendimiento de un sistema de peaje viario que supere los inconvenientes del estado de la técnica conocido y que permita un establecimiento sencillo, rápido y automatizable de una medida de rendimiento para el sistema de peaje viario.

40

Este objetivo se consigue según la invención con un procedimiento del tipo mencionado al inicio que comprende:

- 45 enviar una orden de recopilación de datos con un lugar de salida y un lugar de parada desde la central de peaje a través de una red de telefonía móvil a un grupo de unidades de a bordo, en cada unidad de a bordo del grupo: cuando la posición propia llega a una proximidad previamente establecida del lugar de salida, iniciar un registro de las posiciones propias o de datos derivados de las mismas o de comunicaciones de radio con radiobalizas DSRC y, cuando la posición propia llega a una proximidad previamente establecida del lugar de parada,
- 50 detener el registro y enviar el registro a través de la red de telefonía móvil a la central de peaje, en la central de peaje: comparar los registros recibidos por todas las unidades de a bordo del grupo con las transacciones de peaje recopiladas por estas unidades de a bordo con respecto a posiciones situadas entre los lugares de salida y de parada, y
- 55 calcular una medida de rendimiento del sistema de peaje viario basándose en la comparación.

Con la invención ya no es necesario usar una flota de referencia al poderse utilizar en cualquier momento a modo de muestra a petición de la central de peaje de un perceptor de peaje todos los vehículos u OBU que usan un determinado trayecto entre un lugar de salida y un lugar de parada para el registro directo de los datos originales causales de transacciones de peaje. Los registros de OBU realizados de esta manera in situ, "en el campo", se comparan en la central de peaje con las transacciones de peaje generadas por todo el sistema de peaje viario, es decir, por toda la cadena que consiste en la unidad de a bordo, la infraestructura y el perceptor de peaje. A partir de la comparación de los datos causales de transacciones de peaje registrados in situ con las transacciones de peaje generadas finalmente se genera a continuación una medida de rendimiento que refleja el rendimiento del sistema de peaje viario, por ejemplo, su grado de cobro de peaje.

60

65

La medida de rendimiento se puede calcular a este respecto de diferentes maneras. Variantes preferidas del procedimiento según la invención consisten en que

- 5 - las transacciones de peaje corresponden a longitudes de trayecto para las que se ha cobrado peaje mediante la central de peaje y los registros indican longitudes de trayecto recorridas por las unidades de a bordo, y la medida de rendimiento se calcula basándose en al menos una relación de longitudes de trayecto para las que se ha cobrado peaje con respecto a longitudes de trayecto recorridas;
- 10 - las transacciones de peaje corresponden a tiempos de trayecto para los que se ha cobrado peaje mediante la central de peaje y los registros indican tiempos de trayecto que han pasado las unidades de a bordo, y la medida de rendimiento se calcula basándose en al menos una relación de tiempos de trayecto para los que se ha cobrado peaje con respecto a tiempos de trayecto pasados;
- 15 - las transacciones de peaje corresponden a tasas de peaje reales cobradas mediante la central de peaje y los registros indican tasas de peaje objetivo registradas por las unidades de a bordo, y la medida de rendimiento se calcula basándose en al menos una relación de tasas de peaje reales cobradas con respecto a tasas de peaje objetivo registradas;
- 20 - las transacciones de peaje corresponden a tramos de carretera para los que se ha cobrado peaje mediante la central de peaje y los registros indican tramos de carretera transitados por las unidades de a bordo, y la medida de rendimiento se calcula basándose en al menos una relación de tramos de carretera para los que se ha cobrado peaje con respecto a tramos de carretera transitados; o
- 25 - las transacciones de peaje corresponden a pasajes de radiobaliza DSRC para los que se ha cobrado peaje mediante la central de peaje y los registros indican pasajes de radiobaliza DSRC registrados por las unidades de a bordo, y la medida de rendimiento se calcula basándose en al menos una relación de pasajes de baliza para los que se ha cobrado peaje con respecto a pasajes de baliza registrados.

25 En cada forma de realización de la invención es especialmente favorable cuando la orden de recopilación de datos también contenga una indicación acerca de un período de validez, realizándose el registro en una unidad de a bordo sólo dentro de este período de validez. De este modo, la medida de rendimiento se puede determinar para períodos muy concretos.

30 El procedimiento de la invención es adecuado para todos los tipos de sistemas de peaje viario, y concretamente tanto para sistemas de peaje viario GNSS, en los que las unidades de a bordo determinan sus posiciones de manera autónoma en un sistema global de navegación por satélite (*global navigation satellite system*, GNSS) y las envían a través de una red de telefonía móvil a una central de peaje para su procesamiento (o las procesan ellas mismas de modo que se obtienen datos de peaje que envían a la central de peaje), como para sistemas de peaje viario DSRC, en los que radiobalizas DSRC distribuidas geográficamente localizan unidades de a bordo que pasan mediante comunicaciones de radio DSRC (*dedicated short range communications*, comunicaciones dedicadas de corto alcance) con respecto a su respectiva área de cobertura de radio para generar a partir de ello transacciones de peaje. Mientras que unidades de a bordo para sistemas de peaje viario GNSS, por ejemplo, unas OBU EETS, ya tienen la capacidad de comunicación en redes de telefonía móvil que es requerida para la invención, el uso de la invención en sistemas de peaje viario DSRC requiere unas denominadas OBUS "híbridas" que además de su capacidad de comunicación DSRC tienen un transceptor para redes de telefonía móvil.

45 En una primera forma de realización del procedimiento según la invención especialmente para sistemas de peaje viario GNSS, por consiguiente, las estaciones de radio son estaciones base de células de radio de la red de telefonía móvil y las unidades de a bordo envían las posiciones determinadas por las mismas a modo de denominados "clientes ligeros" a través de la red de telefonía móvil a la central de peaje que genera transacciones de peaje a partir de las mismas. En una segunda forma de realización de la invención para sistemas de peaje viario GNSS, las estaciones de radio son estaciones base de células de radio de la red de telefonía móvil y las unidades de a bordo generan a partir de las posiciones determinadas por las mismas a modo de denominados "clientes pesados" transacciones de peaje que envían a través de la red de telefonía móvil a la central de peaje.

50 En una tercera forma de realización del procedimiento de la invención, que es especialmente adecuada para sistemas de peaje viario DSRC, las estaciones de radio son radiobalizas DSRC que determinan las posiciones de las unidades de a bordo a partir de los pasajes de la respectiva radiobaliza DSRC para generar transacciones de peaje a partir de las mismas.

60 Dicho grupo de unidades de a bordo, a las que se pasan los órdenes de recopilación de datos, puede comprender todas las unidades de a bordo del sistema de peaje viario. Preferiblemente, el grupo sólo forma parte de todas las unidades de a bordo para minimizar el tráfico de datos en sistemas de peaje viario. Preferiblemente, el grupo comprende todas las unidades de a bordo que se encuentran en una zona previamente establecida alrededor del lugar de salida. Por ejemplo, las unidades de a bordo que se encuentran en dicha zona se pueden determinar mediante sus últimas transacciones de peaje relativas a posiciones.

65 De manera alternativa, el grupo de unidades de a bordo, por ejemplo, se podría elegir mediante una clase de vehículo, por ejemplo, para excluir vehículos que no requieren el pago de un peaje como magnitud de referencia para la medida de rendimiento o para generar una medida de rendimiento sólo para una determinada clase de

vehículos.

Es especialmente favorable cuando los registros de las unidades de a bordo se envíen de forma anonimizada a la central de peaje para disipar cualquier duda relacionada con la protección de datos con respecto a la posibilidad de seguir vehículos. Preferiblemente, la anonimización se puede realizar con ayuda de un ordenador proxy conectado a la red de telefonía móvil tal como es conocido en la técnica.

Las unidades de a bordo pueden determinar sus posiciones de las maneras más diversas conocidas en la técnica, por ejemplo, mediante una detección óptica de determinadas marcas en tierra en imágenes de cámara de su entorno, triangulación de radio en redes radioeléctricas terrestres, mediante detección de identificación de células en redes de telefonía móvil, etc. Preferiblemente, las unidades de a bordo determinan sus posiciones mediante navegación por satélite en sistemas GNSS tal como GPS, GLONASS, Galileo o similares.

La invención se explica a continuación en más detalle mediante ejemplos de realización representados en los dibujos adjuntos. En los dibujos muestran:

La figura 1 una primera forma de realización del procedimiento de la invención para medir el rendimiento de un sistema de peaje viario GNSS basándose en unas OBU GNSS de "cliente ligero";

La figura 2 un diagrama de bloques de una OBU para el procedimiento de la figura 1;

La figura 3 una segunda forma de realización del procedimiento de la invención para un sistema de peaje viario GNSS basándose en unas OBU GNSS de "cliente pesado";

La figura 4 un diagrama de bloques de una OBU para el procedimiento de la figura 3;

La figura 5 una tercera forma de realización del procedimiento de la invención para un sistema de peaje viario DSRC basándose en OBU híbridas; y

La figura 6 un diagrama de bloques de una OBU para el procedimiento de la figura 5.

La figura 1 muestra un sistema de peaje viario GNSS 1 que se basa en una pluralidad de unidades de a bordo (OBU) 2 que llevan vehículos (no representados) para tarificar o cobrar peaje por sus usos de lugar en una red de carreteras que consiste en segmentos de carretera  $S_1, S_2, \dots$ , en general  $S_j$ . Los usos de lugar pueden ser, por ejemplo, el tránsito de un determinado segmento de carretera  $S_j$ , la superación de un límite, la estancia en una determinada área geográfica o similares y se pueden cobrar de cualquier manera, por ejemplo, por cada segmento de carretera, por trayecto o longitud de trayecto recorrido, por tiempo pasado (por ejemplo, tasa de aparcamiento), por paso de frontera, etc.

Para este fin, las OBU 2 tienen según la figura 2, además de un procesador 3 y una memoria 4, un receptor de navegación por satélite 5 con el que determinan sucesivamente sus posiciones ("*position fixes*")  $p_1, p_2, \dots$ , en general  $p_i$ , en un sistema global de navegación por satélite 6 (*global navigation satellite system*, GNSS). Además, las OBU 2 están equipadas con un transceptor 7 a través del que envían las posiciones  $p_i$  determinadas a estaciones de radio 8, en este caso estaciones base de una red de telefonía móvil celular 9, para su retransmisión a una central de peaje 10 de un proveedor de servicios de peaje (TSP, *Toll Service Provider*) y/o de un perceptor de peaje (TC, *Toll Charger*), véanse las trayectorias 11, 12 para una OBU 2 representativa con la identificación de OBU  $O_n$ . En la central de peaje 10 se puede generar una transacción de peaje  $ta_{i,n}$  para la OBU  $O_n$  y el segmento de carretera  $S_j$  a partir de los datos de posición  $p_{i,n}$  así obtenidos de una OBU  $O_n$ , por ejemplo, mediante una comparación de mapas ("*map matching*") con un mapa digital de carreteras de mapas de carreteras que requieren el pago de un peaje  $S_j$ . La comparación de mapas de peaje (*map matching*) se puede realizar también en un servidor de comparación de mapas (*map matching proxy*) independiente conectado aguas arriba de la central de peaje 10 si se desea.

Para medir el rendimiento del sistema de peaje viario 1, por ejemplo, para determinar un "grado de cobro de peaje" como relación de unas OBU 2 para las que se ha cobrado peaje correctamente con respecto a todas las OBU 2 o de segmentos de carretera  $S_j$  para los que se ha cobrado peaje correctamente con respecto a todos los segmentos de carretera  $S_j$  se emplea el siguiente procedimiento.

En una primera fase 13 del procedimiento se envía a un grupo de K OBU 2, representadas en este caso de manera representativa mediante una OBU 2 con la identificación  $O_k$ , un mensaje de orden o una orden de recopilación de datos m a través de la red de telefonía móvil 9. La orden de recopilación de datos m contiene (al menos) la indicación de un lugar de salida A y de un lugar de parada B. Las órdenes de recopilación de datos m pueden contener adicionalmente también la indicación de un período de validez T dentro del que se deben recopilar o registrar datos por una OBU 2.

El número K de las OBU  $O_k$  puede ser menor o igual que el número N de todas las OBU  $O_n$  del sistema de peaje viario 1 ( $K \leq N$ ). Preferiblemente, el mensaje de recopilación de datos m sólo se envía a unidades de a bordo 2 que se encuentran en una zona previamente establecida alrededor del lugar de salida A, lo que, por ejemplo, se puede determinar a partir de los últimos avisos de posición  $p_{i,n}$  o transacciones de peaje  $ta_{i,n}$  de las OBU 2 en la central de peaje 10.

5 El grupo de las OBU  $O_k$  a las que se envían los órdenes de recopilación de datos  $m$  en la etapa 13 se puede seleccionar, por ejemplo, también mediante propiedades de las OBU 2 o de sus vehículos, por ejemplo, según autorizaciones almacenadas en las OBU 2 (por ejemplo, "No es un conductor no sujeto a peaje ", "No es un vehículo de emergencia", etc.) o según una determinada clase de vehículo (por ejemplo, "camión", "camión con tres ejes", "camión con remolque", etc.) que está almacenada en las OBU.

10 Una vez que una OBU 2 u  $O_k$ , que ha recibido una orden de recopilación de datos  $m$ , detecte que se ha alcanzado el lugar de salida A, es decir, cuando su posición  $p_{i,k}$  determinada sucesivamente llegue a una proximidad previamente establecida (zona de tolerancia) del lugar de salida A, empieza con un registro de todas las posiciones  $p_{i,k}$  determinadas entonces, tal como se ilustra mediante las cruces de fondo gris en la figura 1. El registro se finaliza cuando la OBU 2 detecta que se ha alcanzado el lugar de parada B, es decir, cuando su posición  $p_{i,k}$  llega a una proximidad previamente establecida (zona de tolerancia) del lugar de parada B. La OBU 2 almacena a este respecto los datos registrados en su memoria 4.

15 Una vez finalizado el registro en el lugar de parada B, la OBU 2 envía su registro ("*record*")  $rc$  a través de la red de telefonía móvil 9 a la central de peaje 10, véanse las trayectorias 14 y 12. En el ejemplo mostrado en la figura 1, el registro  $rc$  de la OBU  $O_k$  entre los puntos A y B está designado con  $rc_{AB,k}$  y comprende al menos la secuencia de posiciones  $p_{i,k}$  que se ha determinado entre los puntos A y B. El registro  $rc_{AB,k}$  también puede contener datos adicionales, por ejemplo, datos de medición de sensores de entorno de la OBU  $O_k$  o de su vehículo, datos característicos de la OBU  $O_k$  o de su vehículo, etc. Se entiende que en lugar de posiciones individuales se pueden comunicar (flechas 11, 12) o registrar (flechas 14, 12) también secuencias de posiciones ("*position fix tracks*")  $tr_{i,n}$ ,  $tr_{i,k}$  por las OBU 2.

25 En la central de peaje 10 se comparan a continuación los registros  $rc_{AB,k}$  de todas las  $K$  OBU  $O_k$  del grupo con las transacciones  $ta_{AB,k}$  generadas por todas las  $K$  OBU  $O_k$  con respecto al tramo de trayecto A-B para calcular una medida de rendimiento  $P_x$  del sistema de peaje viario 1. Para ello se filtran en una etapa de filtrado 15 en primer lugar las transacciones de peaje  $ta_{i,n}$  o  $ta_{i,k}$  generadas en la central de peaje 10 a partir de los avisos de posición  $p_{i,n}$  o  $p_{i,k}$  con respecto a las OBU  $O_k$  y las posiciones  $p_{i,k}$  que están situadas entre los lugares de salida y de parada A, B para obtener exclusivamente las transacciones  $\{ta_{AB}\}_k$  de las OBU  $O_k$  que se encuentran en el tramo A-B.

30 A partir de las transacciones  $\{ta_{AB}\}_k$  filtradas de este modo, por un lado, y registros de OBU  $rc_{AB,k}$ , por otro lado, se puede calcular ahora la medida de rendimiento  $P_x$  con respecto a magnitudes características cualesquiera que se puedan derivar de las transacciones  $\{ta_{AB}\}_k$  y de los registros  $rc_{AB,k}$ , véase la etapa 16. Estas magnitudes características pueden ser:

- 35
- longitudes de trayecto  $L$  para las que se ha cobrado peaje en las transacciones  $\{ta_{AB}\}_k$  y recorridas según los registros  $rc_{AB,k}$  (medidas a partir de material de mapa o de forma real);
  - tiempos de trayecto  $T$  para los que se ha cobrado peaje en las transacciones  $\{ta_{AB}\}_k$  y registrados en los registros  $rc_{AB,k}$ ;
  - 40 - tasas de peaje  $F$  reales cobradas mediante las transacciones  $\{ta_{AB}\}_k$  y tasas de peaje  $F$  objetivo a pagar según los registros  $rc_{AB,k}$ ;
  - tipos o números ("*segment counts*",  $SC$ , recuentos de segmentos) para los que se ha cobrado peaje según las transacciones  $\{ta_{AB}\}_k$  y transitados según los registros  $rc_{AB,k}$  de segmentos de carretera  $S_j$ ;
  - 45 - números de pasajes de baliza ("*beacon passage counts*",  $BC$ , recuentos de pasajes de baliza) para los que se ha cobrado peaje según las transacciones  $\{ta_{AB}\}_k$  y transitados según los registros  $rc_{AB,k}$ , tal como aún se explicará en más detalle a continuación mediante la figura 3; etc.

50 Por ejemplo, la medida de rendimiento se calcula basándose en longitudes de trayecto  $L$  para las que se ha cobrado peaje con respecto a longitudes de trayecto  $L$  registradas de modo que se obtiene

$$P_L = \frac{\sum_k L(\{ta_{AB}\}_k)}{\sum_k L(rc_{AB,k})}$$

55 siendo  $L(\{ta_{AB}\}_k)$  las longitudes de trayecto calculadas a partir de la secuencia de transacciones  $ta$  de la OBU  $O_n$  con respecto al tramo AB y  $L(rc_{AB,k})$  las longitudes de trayecto usadas a partir del registro  $rc$  de la OBU  $O_k$  con respecto al tramo A-B. Por ejemplo, cuando todas las longitudes de trayecto  $L$  cobradas en las transacciones de peaje  $ta$  para un tramo A-B son idénticas a las longitudes de trayecto  $L$  registradas por todas las OBU 2 en el tramo A-B, la medida de rendimiento  $P_L$  es igual a un 100 %. Cuando sólo se ha cobrado una parte de las longitudes de trayecto  $L$  registradas por las OBU 2 en transacciones de peaje, la medida de rendimiento  $P_L$  es correspondientemente menor.

60 Del mismo modo se pueden calcular medidas de rendimiento basándose en tiempos de trayecto, tasas, segmentos de carretera, pasajes de baliza o magnitudes características similares. En general, la medida de rendimiento  $P_x$  se

calcula de modo que se obtiene

$$P_x = \frac{\sum_k X(\{t_{AB}\}_k)}{\sum_k X(rc_{AB,k})}$$

5 con

$$X = (L, T, F, SC, BC, \dots)$$

tal como se explicó anteriormente.

10 Se entiende que en lugar de una relación (división) también se podría calcular cualquier otro tipo de medida comparativa entre magnitudes características determinadas, por un lado, a partir de  $\{t_{AB}\}_k$  y, por otro lado, a partir de  $rc_{AB,k}$ , por ejemplo, una diferencia u otra norma para una desviación comparativa.

15 Las figuras 3 y 4 muestra una forma de realización alternativa del sistema de peaje viario 1 basándose en unas OBU de "cliente pesado" 2' que adicionalmente tienen un comparador de mapas 17 que realiza la comparación de mapas de peaje de las posiciones  $p_{i,n}$  o  $p_{i,k}$ , por ejemplo, con segmentos de carretera  $S_j$  que no requieren el pago de un peaje para establecer a partir de ello transacciones de peaje "terminadas"  $t_{i,n}$  o  $t_{i,k}$  y enviarlas a través de la red de telefonía móvil 9 a la central de peaje 10 (trayectorias 11, 12). En el presente ejemplo, las OBU 2 u  $O_k$  ya no registran en los registros  $rc_{AB,k}$  posiciones individuales  $p_{i,k}$  sino, por ejemplo, el hecho de transitar segmentos de carretera  $S_j$  enteros, por ejemplo, como lista o simplemente como número (recuento de segmentos) SC de segmentos de carretera  $S_j$  transitados entre los lugares de salida y de parada A, B. La medida de rendimiento  $P_x$  puede ser en este caso, por ejemplo, una medida de rendimiento  $P_F$  relativa a tasas de segmentos de carretera o una medida de rendimiento  $P_{SC}$  relativa a segmentos.

25 Las figuras 5 y 6 muestran la aplicación del procedimiento explicado en el marco de un sistema de peaje viario DSRC 1' que se basa en OBU híbridas 2". El sistema de peaje viario DSRC 1' comprende una red de radiobalizas DSRC 18 o  $R_1, R_2, \dots$ , en general  $R_i$ , distribuidas geográficamente, en particular colocadas en el lado de la carretera, que, por ejemplo, sirven en cada caso para cobrar peaje por un segmento de carretera  $S_j$ . Las radiobalizas 18 tienen en cada caso un área de cobertura de radio 19 localmente limitada en la que pueden establecer comunicaciones de radio de corto alcance (*dedicated short range communications*) con transceptores DSRC 20 de las OBU 2" para ubicar éstas en la respectiva área de cobertura de radio 19. Cada OBU 2" que pasa por una radiobaliza DSRC 18 activa con ello en la radiobaliza 18 una transacción de peaje  $t_{i,n}$  o  $t_{i,k}$  que se envía a través de una red de datos 21 a la central de peaje 10 (o en primer lugar se genera allí).

35 Para medir el rendimiento del sistema de peaje viario DSRC 1' se pasan órdenes de recopilación de datos  $m$  a las OBU híbridas 2" mediante la central de peaje 10 a través de la red de telefonía móvil 9 y transceptores de telefonía móvil 7 en las OBU 2", véase la flecha 13. Las OBU 2" detectan a continuación con ayuda de sus receptores de navegación por satélite 5 el hecho de alcanzar el lugar de salida A, por ejemplo, para desencadenar un registro de las comunicaciones de radio con las radiobalizas 18 o  $R_i$  (de los "pasajes de baliza"). Los registros  $rc_{AB,k}$  de las OBU 2" pueden ser en este caso, por ejemplo, una lista de las radiobalizas  $R_i$  por las que se ha pasado, una suma del peaje pagado en las mismas o simplemente sólo el número (recuento de balizas) BC de radiobalizas  $R_i$  por las que se ha pasado. En caso de detectar el lugar de parada B se vuelve a finalizar el registro.

45 La central de peaje 10 recopila ahora, por un lado, las transacciones de peaje  $t_{aj,k}$  generadas o activadas por las radiobalizas  $R_i$  para una OBU  $O_k$  y, por otro lado, los registros  $rc_{AB,k}$  enviados por las OBU  $O_k$  a través de la red de telefonía móvil 9 una vez finalizado el registro (flecha 14), vuelve a filtrar las transacciones de peaje en la etapa 15 y las compara en la etapa 16 tal como se describió anteriormente para establecer la medida de rendimiento  $P_x$ , en este caso, por ejemplo, la medida de rendimiento  $P_{BC}$ ,  $P_{SC}$  o  $P_F$ .

50 Los registros  $rc$  enviados por las OBU 2, 2', 2" a través de la red de telefonía móvil 9 a la central de peaje 10 se envían preferiblemente de forma anonimizada para dificultar un seguimiento ("*tracking*") de vehículos. Para ello, por ejemplo, se puede conectar aguas arriba de la central de peaje 10 un ordenador proxy (no representado) que anonimiza los registros  $rc$ , por ejemplo, elimina identificaciones OBU  $O_k$  de los mismos o las sustituye por identificaciones aleatorias ("anónimas").

La invención no está limitada a las formas de realización representadas sino comprende todas las variantes y modificaciones que entran en el marco de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para medir el rendimiento ( $P_x$ ) de un sistema de peaje viario (1, 1') que se basa en una pluralidad de unidades de a bordo (2, 2', 2'') montadas en un vehículo que determinan respectivamente su posición (p), que se pueden comunicar por radio con estaciones de radio (8, 18) distribuidas geográficamente para recopilar transacciones de peaje (ta) relativas a posiciones en una central de peaje (10) conectada a las mismas, que comprende:
- 5
- 10 enviar (13) una orden de recopilación de datos (m) con un lugar de salida (A) y un lugar de parada (B) desde la central de peaje (10) a través de una red de telefonía móvil (9) a un grupo de unidades de a bordo (2, 2', 2''), en cada unidad de a bordo (2, 2', 2'') del grupo: cuando la posición propia (p) llega a una proximidad previamente establecida del lugar de salida (A),
- 15 iniciar un registro de las posiciones propias (p) o de datos (S) derivados de las mismas o de comunicaciones de radio con radiobalizas DSRC (R) y, cuando la posición propia (p) llega a una proximidad previamente establecida del lugar de parada (B),
- 20 detener el registro y enviar (14) el registro (rc) a través de la red de telefonía móvil (9) a la central de peaje (10), en la central de peaje (10): comparar (16) los registros (rc) recibidos por todas las unidades de a bordo (2, 2', 2'') del grupo con las transacciones de peaje (ta) recopiladas por estas unidades de a bordo con respecto a posiciones (p) situadas entre los lugares de salida y de parada (A, B), y
- calcular una medida de rendimiento ( $P_x$ ) del sistema de peaje viario (1, 1') basándose en la comparación (16).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** las transacciones de peaje (ta) corresponden a longitudes de trayecto (L) para las que se ha cobrado peaje mediante la central de peaje (10) y los registros (rc) indican longitudes de trayecto (L) que han recorrido las unidades de a bordo (2, 2'), y por que la medida de rendimiento ( $P_L$ ) se calcula basándose en al menos una relación (16) de longitudes de trayecto para las que se ha cobrado peaje con respecto a longitudes de trayecto recorridas.
- 25
3. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** las transacciones de peaje (ta) corresponden a tiempos de trayecto (T) para los que se ha cobrado peaje mediante la central de peaje (10) y los registros (rc) indican tiempos de trayecto (T) pasados por las unidades de a bordo (2, 2'), y por que la medida de rendimiento ( $P_T$ ) se calcula basándose en al menos una relación (16) de tiempos de trayecto para los que se ha cobrado peaje con respecto a tiempos de trayecto pasados.
- 30
4. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** las transacciones de peaje (ta) corresponden a tasas de peaje (F) reales cobradas mediante la central de peaje (10) y los registros (rc) indican tarifas de peaje (F) objetivo registradas por las unidades de a bordo (2, 2', 2''), y por que la medida de rendimiento ( $P_F$ ) se calcula basándose en al menos una relación (16) de tarifas de peaje reales cobradas con respecto a tarifas de peaje objetivo registradas.
- 35
5. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** las transacciones de peaje (ta) corresponden a tramos de carretera (SC) para los que se ha cobrado peaje mediante la central de peaje (10) y los registros (rc) indican tramos de carretera (SC) transitados por las unidades de a bordo (2, 2', 2''), y por que la medida de rendimiento ( $P_{SC}$ ) se calcula basándose en al menos una relación (16) de tramos de carretera para los que se ha cobrado peaje con respecto a tramos de carretera transitados.
- 40
- 45
6. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** las transacciones de peaje (ta) corresponden a pasajes de radiobaliza DSRC (BC) para los que se ha cobrado peaje mediante la central de peaje (10) y los registros (rc) indican pasajes de radiobaliza DSRC registrados por las unidades de a bordo (2''), y por que la medida de rendimiento ( $P_{BC}$ ) se calcula basándose en al menos una relación (16) de pasajes de radiobaliza para los que se ha cobrado peaje con respecto a pasajes de radiobaliza registrados.
- 50
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** la orden de recopilación de datos (m) también contiene una indicación acerca de un período de validez (T), realizándose el registro en una unidad de a bordo (2, 2', 2'') sólo dentro de este período de validez (T).
- 55
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** las estaciones de radio (8) son estaciones base de células de radio de la red de telefonía móvil (9) y por que las unidades de a bordo (2) envían las posiciones (p) determinadas por las mismas a través de la red de telefonía móvil (9) a la central de peaje (10) que genera transacciones de peaje (ta) a partir de las mismas.
- 60
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** las estaciones de radio (8) son estaciones base de células de radio de la red de telefonía móvil (9) y por que las unidades de a bordo (2') generan a partir de las posiciones (p) determinadas por las mismas transacciones de peaje (ta) que envían a través de la red de telefonía móvil (9) a la central de peaje (10).
- 65

10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** las estaciones de radio (18) son radiobalizas DSRC que determinan las posiciones (p) de las unidades de a bordo (2") a partir de los pasajes de la respectiva radiobaliza DSRC (18) para generar transacciones de peaje (ta) a partir de las mismas.
- 5 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por que** el grupo de unidades de a bordo (2, 2', 2"), a las que se envía la orden de recopilación de datos (m), comprende todas las unidades de a bordo (2, 2', 2") que se encuentran en una zona previamente establecida alrededor del lugar de salida (A).
- 10 12. Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado por que** las unidades de a bordo (2, 2', 2") que se encuentran en dicha zona se determinan mediante sus últimas transacciones de peaje (ta) relativas a posiciones.
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por que** el grupo de unidades de a bordo (2, 2', 2"), a las que se envía la orden de recopilación de datos (m), se elige mediante una clase de vehículo.
- 15 14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado por que** los registros (rc) se envían de forma anonimizada desde las unidades de a bordo (2, 2', 2") a la central de peaje (14).
- 20 15. Procedimiento según la reivindicación 14, **caracterizado por que** la anonimización se realiza con ayuda de un ordenador proxy conectado a la red de telefonía móvil (9) a través del que se encaminan los registros (rc).
16. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 15, **caracterizado por que** las unidades de a bordo (2, 2', 2") determinan sus posiciones (p) mediante navegación por satélite (5, 6).

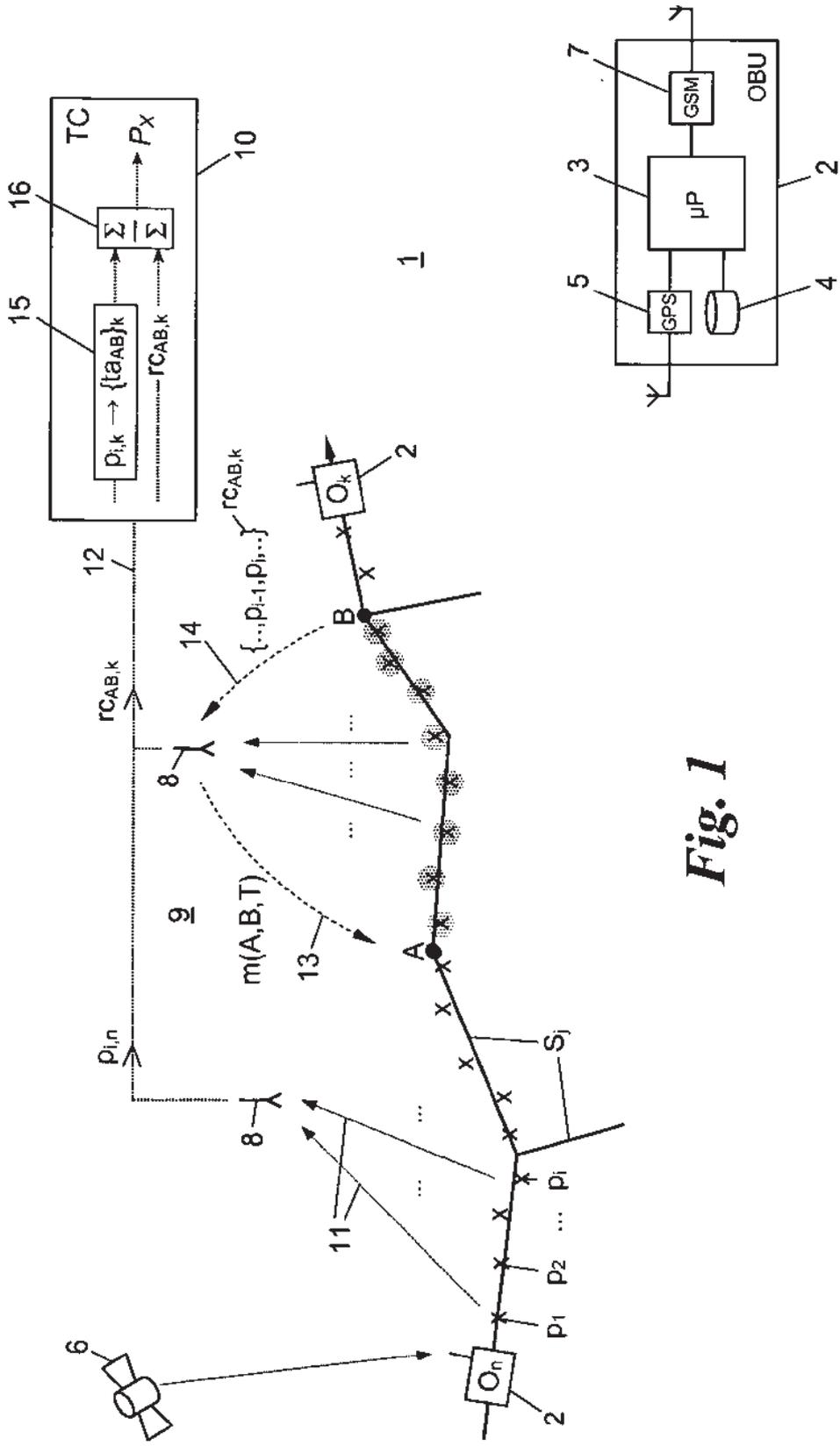


Fig. 1

Fig. 2

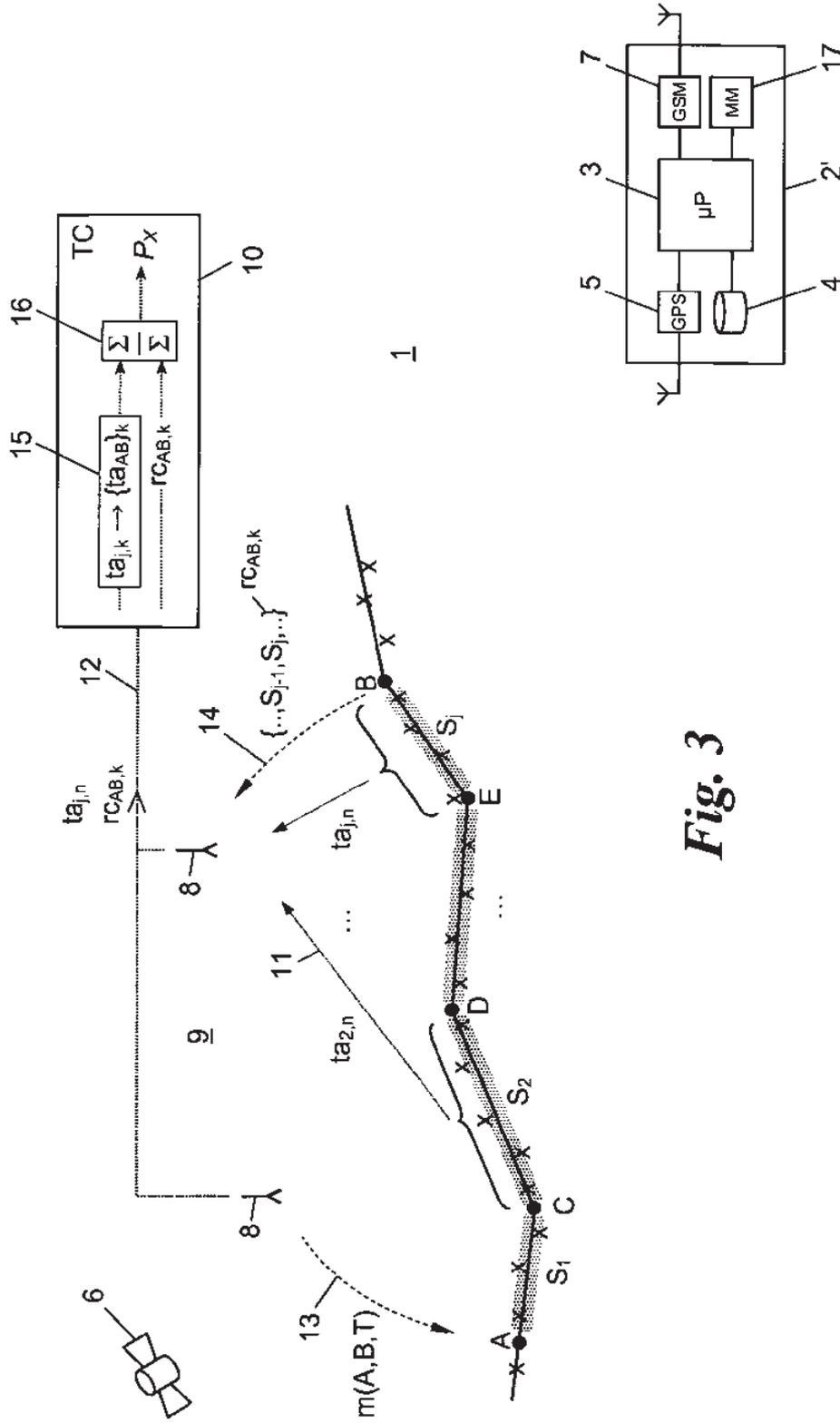


Fig. 3

Fig. 4

