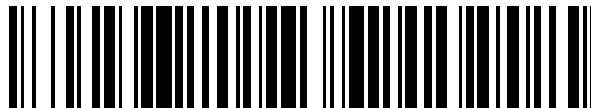


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 599 783**

51 Int. Cl.:

**G07B 15/06** (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA  
TRAS OPOSICIÓN

T5

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.03.2014 E 14161986 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea modificada tras oposición: **10.08.2022 EP 2924662**

54 Título: **Equipo de a bordo y procedimiento para el control funcional en un sistema de peaje vial**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente modificada:  
**28.11.2022**

73 Titular/es:  
**KAPSCH TRAFFICOM AG (100.0%)**  
**Am Europlatz 2**  
**1120 Wien, AT**

72 Inventor/es:  
**LEOPOLD, ALEXANDER y**  
**ABART, CHRISTOPH**

74 Agente/Representante:  
**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 599 783 T5**

## DESCRIPCIÓN

Equipo de a bordo y procedimiento para el control funcional en un sistema de peaje vial

La presente invención se refiere a un equipo de a bordo para un sistema de peaje vial, con un receptor de navegación satelital para la generación continua de determinaciones de posición y valores de medición de calidad correspondientes a partir de datos primarios satelitales, un radiotransmisor receptor y conectado a dichos componentes un procesador configurado para generar datos de peaje a partir de las determinaciones de posición y transmitir por medio del radiotransmisor receptor. Además, la invención se refiere a un procedimiento para el control funcional en un sistema de peaje vial con ayuda de un equipo de a bordo de este tipo.

Los equipos de a bordo (OBU) sobre la base de sistemas de navegación satelital (Global Navigation Satellite Systems, GNSS) pueden ser, por ejemplo, OBU "Thick Client" que equipara las determinaciones de posición generadas mediante el mapa vial digital almacenado en el equipo de a bordo, detectar de tal manera trayectos sujetos a tasas, calcular tasas de peaje correspondientes y transmitirlos por medio del radiotransmisor receptor, pero también pueden ser OBU "Thin Client" que, directamente, transmiten las determinaciones de posición como datos de peaje a una central que de ellos calcula las tasas de peaje. La capacidad funcional y eficacia de tales GNSS-OBU depende de manera determinante de la calidad de su recepción satelital y de las posiciones permanentes determinadas de ella.

En el documento EP 1 696 207 A1 se describe un procedimiento para la clasificación de determinaciones de posición, por el cual debido a su calidad se desechan o marcan determinaciones de posición no válidas y de las determinaciones de posición con datos primarios satelitales sólo se usan estos datos primarios o metadatos derivados, pero no las determinaciones de posición mismas.

Mientras que la liquidación de las tasas de peaje se encuentra la mayoría de las veces en manos de las empresas de mantenimiento vial o de una autoridad, el denominado "Toll Charger", la generación de datos de peaje o el cálculo de las tasas de peaje es aportada la mayoría de las veces por un "Service Provider" como una prestación de servicio; el prestador de servicio debe, en este caso, garantizar una determinada eficacia, por ejemplo un determinado grado de cobro de peaje sobre un trayecto sujeto a peaje.

Para la medición de la capacidad funcional y eficacia de un sistema de peaje vial se usan actualmente flotas de vehículos de testeo que, por ejemplo, recorren trayectos de peaje especificados al azar para, a continuación, comparar las tasas de peaje resultantes en la central del Toll Charger con los recorridos al azar. Para la reducción del gasto personal y organizatorio, el documento EP 2 665 044 propone, alternativamente, que el Toll Charger le solicite a equipos de a bordo individuales obligados a tasas de peaje la recolección al azar de datos referentes a la posición y a la transmisión como datos referenciales directamente a la central de peaje del Toll Charger, donde el mismo, para medir la eficacia del sistema de peaje vial, compara los datos referenciales con las tasas de peaje generadas en la operación corriente por el prestador de servicio.

La invención tiene por objetivo crear dispositivos y procedimientos para el control funcional en un sistema de peaje vial que en el curso de un perfeccionamiento de la eficacia del sistema de peaje vial posibiliten, de tal manera, un aumento del grado de cobro de peaje.

Este objetivo se alcanza de acuerdo con un primero aspecto de la invención con un equipo de a bordo del tipo mencionado al comienzo, que se destaca por un detector de fallos conectado a un receptor de navegación satelital, que está configurado para responder en el caso de una caída de valores de medición de calidad por debajo de una medida de calidad mínima especificada, y un protocolizador que, conectado al receptor de navegación satelital y controlado por el detector de fallos, configurado para que, en el caso de responder el detector de fallos, genere un registro de datos de error con al menos la última determinación de posición antes de la respuesta, y genere la primera determinación de posición ( $p_n$ ) generada después de completar la respuesta, estando el procesador configurado para recibir del protocolizador el registro de datos de error y transmitirlo por medio del radiotransmisor receptor.

De acuerdo con un segundo aspecto, la invención crea un procedimiento para la medición funcional en un sistema de peaje vial con una central y al menos un equipo de a bordo asistido por vehículo que a partir de datos satelitales primarios genera continuamente determinaciones de posición y valores de medición de calidad correspondientes y basados en los mismos transmite a la central los datos de peaje, incluyendo:

la detección de una caída de los valores de medición de calidad por debajo de una medida mínima de calidad en el equipo de a bordo, en el caso de la detección, protocolización de un registro de datos de error con al menos la última determinación de posición antes de la detección y la primera determinación de posición ( $p_n$ ) generada después de la finalización de la respuesta en el equipo de a bordo, transmisión del registro de datos de error del equipo de a bordo a la central, y evaluación del registro de datos de error en la central.

De esta manera, según la invención es posible, por primera vez, hacer accesible la calidad de la determinación de posición y cobertura GNSS en el sistema de peaje vial a una evaluación central y, de esta manera, determinar tempranamente las ubicaciones de fallos GNSS críticos en la red vial y asignarlas geográficamente mediante la

última determinación de posición. En lugar de una comprobación de capacidad sólo al azar, en la central – con una correspondiente cobertura de los OBU – los errores de determinación de posición pueden ser evaluados de manera continua inmediatamente o con sólo una corta demora del tiempo de transmisión. Por consiguiente, es posible deducir en el sistema de peaje vial diferentes errores atribuibles al GNSS, por ejemplo, señales parásitas, degradaciones de las señales satelitales, etc. y sus causas, por ejemplo fuentes de señales parásitas (“jammer”) locales o también móviles o circunstancias geográficas como montañas o túneles. De esta manera, en las posiciones de errores delimitados, en cada caso, por las últimas determinaciones de posición se pueden encaminar por primera vez selectivamente medidas para la eliminación de errores, por ejemplo la colocación de transmisores de posición estacionarios, balizas auxiliares, repetidoras de señales satelitales o similares, o la identificación y eliminación de fuentes de señales parásitas, etc.

Es particularmente ventajoso cuando el registro de datos de error generado por el equipo de a bordo incluya una marca de fecha y hora de la mencionada última determinación de posición. De esta manera, de una pluralidad de registros de datos de error de diferentes equipos de a bordo o bien de un mismo equipo de a bordo es posible en diferentes horas del día o estaciones del año deducir errores o causas de errores dependientes del tiempo, por ejemplo señales parásitas variables en el tiempo o periódicas, constelaciones satelitales desfavorables o degradaciones de las señales satelitales en función de los acontecimientos climáticos o de la vegetación durante los periodos de crecimiento. Además, el movimiento de una fuente móvil de señales parásitas puede ser seguido con exactitud mediante cámaras de tránsito y/o vehículos de patrulla, para identificar, por ejemplo, los “jammer” que envían intencionalmente señales parásitas para evitar un correcto cobro de peaje.

Para poder delimitar aún mejor las zonas geográficas del error detectado, el registro de datos de error contiene también la primera determinación de posición generada después de finalizada la reacción y/o la detección. Preferentemente, por las causas mencionadas el registro de datos de error también tiene de tal manera una marca de fecha y hora de la primera determinación de posición.

En una forma de realización favorable de la invención, el registro de datos de error contiene también al menos un valor de medición de calidad generado durante la reacción del detector de fallos o bien durante la detección del fallo. De tal manera, es posible deducir las causas de error de manera aún más precisa. De tal manera, cuando el valor de medición de calidad contiene, por ejemplo, el número de los satélites recurridos para la generación de la determinación de posición correspondiente o un valor DOP (Dilution Of Precision) del valor de medición de posición correspondiente, se podría detectar una constelación satelital desfavorable que aparece frecuentemente de manera casual o local. Si el valor de medición de calidad contiene, por ejemplo, el nivel de señal correspondiente del satélite recurrido para la generación del valor de medición de posición y/o una relación de señal/ruido de las señales satelitales, también es posible sacar conclusiones respecto de señales parásitas y/o atenuaciones de señales – por ejemplo debido a emisoras parásitas locales, dado el caso incluso móviles, o de actividades climáticas o degradaciones debidas a montañas o bosques.

Se entiende que un registro de datos de error puede contener no sólo uno, sino también una serie de valores de medición de calidad generada durante la reacción del detector de fallos, lo cual permite una evaluación del desarrollo de los valores de medición de calidad y, de tal manera, conclusiones finales aún más precisas, por ejemplo respecto de causas de error posiblemente diferentes.

Preferentemente, durante la reacción del detector de fallos o durante la detección del fallo, el registro de datos de error contiene también datos primarios satelitales recibidos y/o valores de medición sensoriales generados en un elemento sensor, con lo cual se consiguen las bases adicionales para la detección ulterior de causas posibles de error.

Es particularmente ventajoso cuando el detector de fallos tiene un watchdog que puede ser estimulado nuevamente mediante cada determinación de posición generada. Esto representa para el detector de fallos un elemento constitutivo fiable particularmente sencillo.

En otra forma de realización preferente del procedimiento según la invención, en la central se recibe al menos un segundo registro de datos de error generado y transmitido de la manera mencionada por un segundo equipo de a bordo y los registros de datos de error de los al menos dos equipos de a bordo son validados uno contra el otro al evaluar. De esta manera es posible tener en cuenta más sencillamente cambios temporales de posibles causas de error y compensar errores individuales o fallos de diferentes equipos de a bordo, por ejemplo debido a una disposición inadecuada en el vehículo. A mismo tiempo, con el número de equipos de a bordo disponibles en la evaluación de los registros de datos de error aumenta su fuerza informativa referida a causas de errores posibles.

Es particularmente favorable que al evaluar mediante una equiparación de los registros de datos de error con un mapa digital se determinan zonas geográficas de interferencias y degradaciones de la recepción satelital. De esta manera se genera un “mapa de errores GNSS” que puede ser equiparado con circunstancias geográficas, por ejemplo montañas altas, valles estrechos, túneles, etc. De esta manera, es más fácil diferenciar los errores por causas naturales de los causados por la técnica, y es posible adoptar medidas para la eliminación de los errores.

A continuación, la invención se explica en detalle mediante un ejemplo de realización mostrado en los dibujos adjuntos. Los dibujos muestran en:

la Fig. 1, un sistema de peaje vial con equipos de a bordo, asistidos por vehículo, según la invención, en una vista esquemática de arriba;

5 la Fig. 2, un diagrama funcional de uno de los equipos de a bordo de la Fig. 1; y

la Fig. 3, diagramas de datos y señales que se presentan en el equipo de a bordo de la Fig. 2 y durante la realización del procedimiento según la invención.

La Fig. 1 muestra un sistema de peaje vial 1 que se basa en equipos de a bordo (OBU) 2 que son transportados por vehículos 3 para cobrar en una red de caminos 4 los peajes o tasas de su utilización local. La utilización local puede ser liquidada, por ejemplo, por la circulación sobre un determinado segmento de un camino 4, el cruce de una frontera, la permanencia en una zona geográfica determinada o similar y liquidar de manera discrecional, por ejemplo por segmento de camino, trayecto recorrido, tiempo pasado en una zona (por ejemplo, tiempo de aparcamiento).

Según la Fig. 2, cada equipo de a bordo 2 dispone para ello de un receptor de navegación satelital 5 que continuamente determina a partir de señales satelitales 6 de satélites de navegación 7 (figura 1) de un sistema global de navegación satelital (Global Satellite System, GNSS) la posición del equipo de a bordo 2 y la emite como determinación de posición  $p_1, p_2, \dots$ , en general  $p_i$ , junto con los respectivos valores de medición de calidad  $q_1, q_2, \dots$ , en general  $q_i$ .

De tal manera, cada valor de medición de calidad  $q_i$  de una determinación de posición  $p_i$  puede contener diferentes parámetros de calidad, por ejemplo número, nivel de señal y/o relación señal/ruido de las señales 6 del satélite de navegación 7 requerido para la determinación de la posición  $p_i$  respectiva, por ejemplo también en forma evaluada de valores DOP (Dilution Of Precision), tal como están disponibles para cada determinación de posición  $p_i$  en receptores satelitales de navegación 5 comerciales.

Adicionalmente a las determinaciones de posición  $p_i$  y sus valores de medición de calidad  $q_i$ , el receptor de navegación satelital 5 también puede emitir los datos satelitales “en bruto” en que se basan, por ejemplo fragmentos de las señales satelitales 6, o datos de procesamiento, en adelante denominados “datos primarios satelitales”  $r_i$  formados en el curso de la generación de las determinaciones de posición  $p_i$ . En este caso, la emisión de la determinación de posición  $p_i$ , valores de medición de calidad  $q_i$  o bien datos primarios satelitales  $r_i$  se puede producir en salidas separadas entre sí del receptor de navegación satelital 5, en una salida compartida en multiplexing o en un bus compartido en paquetes de datos separados.

El equipo de a bordo 2 está equipado, además, de un radiotransmisor receptor 8, por ejemplo de acuerdo con un estándar de radiotelefonía móvil 2G, 3G, 4G o 5G como GSM, UMTS o LTE, el estándar ITS-G5 o WAVE para comunicación radioeléctrica de corto alcance, uno de los estándares IEEE 802.11 para comunicación WLAN o similares, y un procesador 9 conectado al receptor de navegación satelital 5 y al radiotransmisor receptor 8.

Opcionalmente, también pueden estar previstos uno o más elementos sensores 10, por ejemplo sensores de velocidad o aceleración que pueden estar dispuestos en el equipo de a bordo 2 mismo o – conectado con el equipo de a bordo 2 – en el vehículo 3 y generan valores de medición sensorial  $m_i$ , por ejemplo valores de velocidad o aceleración o valores de medición locales aproximados. Un elemento sensor 10 de este tipo también puede estar configurado mediante el radiotransmisor receptor 8, en cuyo caso los valores de medición sensoriales  $m_i$  son metadatos del radiotransmisor receptor 8, por ejemplo datos de celdas de radiotelefonía o de intensidad de campo de recepción de una radiocomunicación 11 con una estación de radio 12, en este caso una estación de base de una red de radiotelefonía móvil en la que se encuentra el radiotransmisor receptor 8.

De la secuencia  $\{p_i\}$  de determinaciones de posición  $p_i$  el procesador 9 genera datos de peaje M para transmitir los mismos a una central 13 del sistema de peaje vial 1 mediante el radiotransmisor receptor 8 a través de la radiocomunicación 11 y la estación de radio 12.

Los datos de peaje M pueden ser, por ejemplo, tasas de peaje generadas mediante una equiparación de mapas (“map-matching”) de la secuencia  $\{p_i\}$  de determinaciones de posición con un mapa digital de calles 4 o lugares obligados a tasas de peaje almacenado en el equipo de a bordo 2. Alternativamente, los datos de peaje M podrían ser también las determinaciones de posición  $p_i$  mismas que, individualmente o – si se desea un filtrado según calidad – reunidas en un grupo son transmitidas en momentos discretos o predeterminados por medio del radiotransmisor receptor 8, de acuerdo con trayectos predeterminados o, simplemente, al disponer de una radiocomunicación 11. En este último caso, la equiparación de mapas y el cálculo de tasas se podrían producir, por ejemplo, en la central 13.

Según la Fig. 1, los vehículos 3 atraviesan en sus vías respectivas de las calles 4 una zona geográfica 14 en la cual las señales satelitales 6 recibidas por los receptores de navegación satelital 5 están interferidas o degradadas, de

manera que bajan los valores de medición de calidad  $q_i$  y/o los receptores de navegación satelital 5 respectivos no generan determinaciones de posición  $p_i$ .

Para ello, la Fig. 3 muestra, a modo de ejemplo, cursos temporales de las señales y/o datos respectivos de un equipo de a bordo 2. Según este ejemplo, el receptor de navegación satelital 5 genera, en cada caso en los instantes  $t_1, t_2, \dots$ , en general  $t_i$ , una determinación de posición  $p_i$  (figura 3a) y un valor de medición de calidad  $q_i$  (figura 3c) a partir de los datos primarios satelitales  $r_i$  (no mostrados). Cuando el vehículo 3 atraviesa la mencionada zona geográfica 14, el receptor de navegación satelital 5 no emite determinaciones de posición  $p_i$  durante un instante e, pero en general continua emitiendo valores de medición de calidad  $q_i$ .

Para poder registrar y medir errores en la determinación de posición del equipo de a bordo 2 y, con ello, de la función de cobro de peaje del sistema de peaje vial 1, por ejemplo debido a interferencias de señales y/o degradaciones de las señales satelitales 6, se usan los componentes y procedimientos siguientes.

Con dicho propósito, el equipo de a bordo 2 dispone de un detector de fallos 15 conectado al receptor de navegación satelital 5, que reacciona y emite una señal de salida  $s$  (Fig. 3e), por ejemplo una señal lógica "high" o un "1" lógico cuando detecta una caída de los valores de calidad  $q_i$  por debajo de una medida mínima de calidad  $Q_{\min}$  especificada.

Para la detección del acontecimiento (a), el detector de fallos 15 puede presentar un watchdog 16, por ejemplo en forma de hombre muerto o bien de un circuito flip-flop monoestable regatillable que con cada nueva determinación de posición  $p_i$  es nuevamente iniciado en su entrada durante un intervalo mínimo  $\delta$  y, por lo tanto, emite en su salida (en este caso: invertida) una señal de detección  $d$  (figura 3b) cuando dentro del intervalo mínimo  $\delta$  mencionado no llega una nueva determinación de posición  $p_i$ .

Alternativa o adicionalmente al watchdog 16, el detector de fallos 15 puede presentar un comparador 17 para la detección del acontecimiento (b) que compara los valores de medición de calidad  $q_i$  entrantes con la medida de calidad mínima  $Q_{\min}$  y que al caer los valores de medición de calidad  $q_i$  por debajo de la medida de calidad mínima  $Q_{\min}$  emite una señal de salida  $c$  (figura 3d). Según sea la complejidad de los valores de medición de calidad  $q_i$ , para la simplificación de esta comparación podría ser deseable que el comparador 17 resuma, primeramente, un valor de medición de calidad  $q_i$  que contenga múltiples parámetros (dimensiones) en una sola medida global de calidad  $Q_i$ ; alternativamente la medida de calidad mínima  $Q_{\min}$  podría presentar valores de umbral individuales separados para múltiples parámetros de calidad contenidos en un valor de medición de calidad  $q_i$ .

Las señales de salida  $c$  del watchdog 16 y  $d$  del comparador 17 pueden, por ejemplo, ser enlazados con la señal de salida  $s$  del detector de fallos 15 mediante un circuito ODER 18 sencillo. En lugar del circuito ODER 18 también puede estar prevista una lógica de evaluación compleja que, por ejemplo, contempla también las señales  $c$  y  $d$ . Cuando el detector de fallos 15 contiene solamente uno de los componentes watchdog 16 o comparador 17, se prescinde del circuito 18 y la señal de salida  $s$  coincide con la señal  $c$  y/o  $d$ .

La señal de salida  $s$  generada por el detector de fallos 15 controla un protocolizador 19 que, en el caso de los acontecimientos (a) y/o (b) mencionados genera un registro de fallos  $F$  y lo mantiene disponible para el procesador 9 para el envío a la central 13 por medio del radiotransmisor receptor 8. Como se muestra simbólicamente en la Fig. 2, el protocolizador 19 es, por ejemplo, una unidad de registro 20 con una memoria intermedia 21, conectada a una o más salidas del receptor de navegación satelital 5.

Como registro de datos de error  $F$ , el protocolizador 19 registra, en el caso más sencillo, la última determinación de posición  $p_m$  que ha generado el receptor de navegación satelital 5 justo antes de la reacción del detector de fallos 15 y la primera determinación de posición  $p_n$  generada inmediatamente después de finalizada la respuesta del detector de fallos 15, si se desea también con la marca de fecha y hora  $t_n$  correspondiente, véase la Fig. 3a. Adicionalmente, de acuerdo con el requerimiento el protocolizador 19 puede agregar al registro de datos de error  $F$  otros datos, de manera que el mismo – individualmente o en cualquier combinación – puede contener además:

- una marca de fecha y hora  $t_m$  de la última determinación de posición  $p_m$  mencionada;
- los valores de medición de calidad  $q_m$  y/o  $q_n$  generados respecto del último y/o primer valor de medición de posición  $p_m, p_n$  mencionados;
- uno o más de los valores de medición de calidad  $q_i$  generados durante la respuesta del detector de fallos 15, es decir en tanto el protocolizador 19 esté controlado ( $s = "1"$ ), si se desea también con marcas de fecha y hora  $t_i$  correspondientes;
- los datos satelitales primarios  $r_i$  recibidos – o generados – respecto del último y/o primer valor de medición de posición  $p_m, p_n$  y/o durante la respuesta del detector de fallos 15 ( $s = "1"$ ), y/o
- los valores de medición sensorial  $m_i$  recibidos más o menos al mismo tiempo que el último y/o primer valor de medición de posición  $p_m, p_n$  y/o durante la respuesta del detector de fallos 15 ( $s = "1"$ ).

Opcionalmente, el protocolizador 19 puede preprocesar el registro de datos de error F en función de la situación, por ejemplo mediante la eliminación de datos redundantes o irrelevantes, complementación de los datos del campo circundante del entorno del equipo de a bordo 2 o datos de estado interno del equipo de a bordo 2, resumen de datos, etc.

- 5 En la central 13 se evalúan los registros de datos de error F. Por un lado, la evaluación se puede realizar individualmente, es decir los registros de datos de error F de un equipo de a bordo 2 son considerados per se, por otro lado también pueden ser recibidos múltiples registros de datos de error F de diferentes equipos de a bordo 2, ser evaluados en conjunto y, de tal manera, por ejemplo validados recíprocamente.

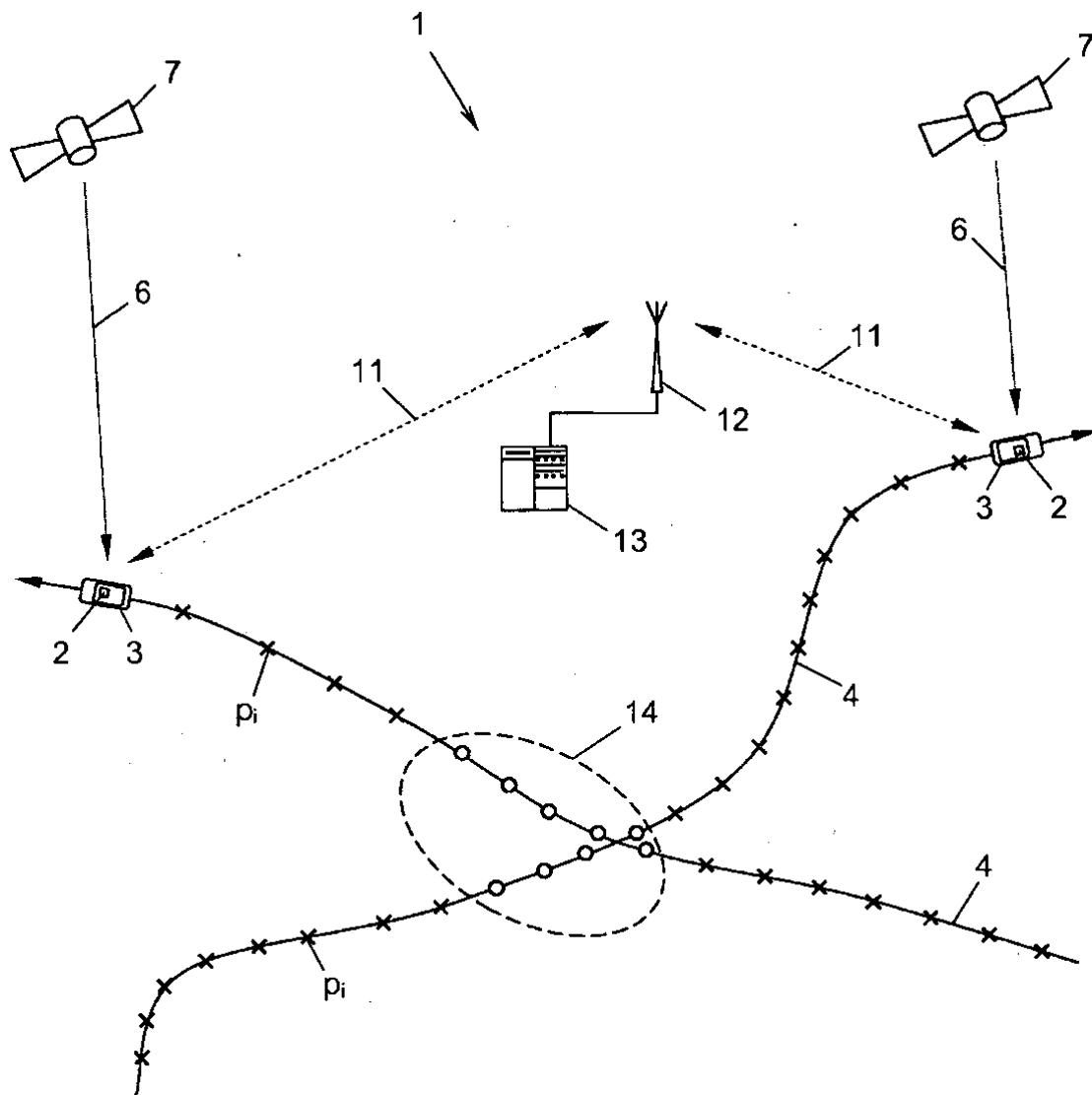
- 10 Al evaluar, los registros de datos de error F son tenidos en cuenta en función del lugar de las determinaciones de posición  $p_m, p_n, \{p_i\}$  indicadas en los mismos y, una vez registrados, de sus marcas de fecha y hora  $t_m, t_n, \{t_i\}$ , valores de medición de calidad  $q_m, q_n, \{q_i\}$ , datos primarios satelitales  $\{r_i\}$  y/o valores de medición sensoriales  $\{m_i\}$ , y analizados respecto de posibles fuentes de error para preparar medidas para su eliminación. Opcionalmente, al evaluar se determinan, mediante una equiparación de los registros de datos de error F con un mapa digital, zonas geográficas de interferencias y degradaciones 14 de la recepción satelital, al igual que, eventualmente, su dependencia temporal. De esta manera se pueden detectar degradaciones permanentes, por ejemplo debidas a túneles, y diferenciar las fuentes de interferencias ("jammer") fijas o móviles, etc, etc. de degradaciones pasajeras, por ejemplo en valles estrechos donde sólo se reciben transitoriamente una cantidad suficiente de señales satelitales 6 con la potencia necesaria, o de debilitamientos de señales gracias a condiciones meteorológicas o degradaciones debidas a la vegetación tupida en la estación del año. En consecuencia, es posible iniciar medidas selectivas para la eliminación de errores, para aumentar el grado de cobro de peaje del sistema de peaje vial 1, por ejemplo instalando emisoras de posición estacionarias y/o repetidoras de señales satelitales o eliminar o desconectar fuentes de señales parásitas o bien perseguir y castigar la emisión intencionada de señales parásitas mediante jammer.
- 15
- 20

- 25 La invención no se limita a las formas de realización detalladas, sino que incluye todas las variantes y modificaciones que se producen en el margen de las reivindicaciones añadidas. Es así que los equipos de a bordo 2 en su totalidad y/o sus componentes individuales, tales como el detector de fallos 15, el protocolizador 19 o partes de los mismos, así como módulos de hardware como también objetos de software, pueden ser implementados, por ejemplo, en el procesador 9.

**REIVINDICACIONES**

1. Equipo de a bordo para un sistema de peaje vial (1),  
con un receptor de navegación satelital (5) para la generación continua de determinaciones de posición ( $p_i$ ) y valores de medición de calidad ( $q_i$ ) correspondientes a partir de datos primarios satelitales ( $r_i$ ),
- 5 un radiotransmisor receptor (8) y  
conectado a dichos componentes (5, 8) un procesador (9) configurado para generar datos de peaje (M) a partir de las determinaciones de posición ( $p_i$ ) y transmitir los mismos por medio del radiotransmisor receptor (8),  
caracterizado por
- 10 un detector de fallos (15) conectado a un receptor de navegación satelital (5), que está configurado para responder en el caso de una caída de valores de medición de calidad ( $q_i$ ) por debajo de una medida de calidad mínima ( $Q_{min}$ ) especificada, y  
un protocolizador (19) que, conectado al receptor de navegación satelital (5) y controlado por el detector de fallos (15), configurado para que en el caso de responder el detector de fallos (15) genere un registro de datos de error (F) con al menos la última determinación de posición ( $p_m$ ) antes de la respuesta, y genere la primera determinación de posición ( $p_n$ ) generada después del final de la respuesta,
- 15 estando el procesador (9) configurado para recibir del protocolizador (19) el registro de datos de error (F) y transmitirlo por medio del radiotransmisor receptor (8).
2. Equipo de a bordo según la reivindicación 1, caracterizado porque el registro de datos de error (F) incluye también una marca de fecha y hora ( $t_m$ ) de la última determinación de posición ( $p_m$ ) mencionada.
- 20 3. Equipo de a bordo según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque el registro de datos de error (F) incluye también una marca de fecha y hora ( $t_n$ ) de la primera determinación de posición ( $p_n$ ) mencionada.
4. Equipo de a bordo según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el registro de datos de error (F) incluye también al menos un valor de medición de calidad ( $q_i$ ) generado durante la respuesta.
- 25 5. Equipo de a bordo según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el registro de datos de error (F) también incluye datos primarios satelitales ( $r_i$ ) recibidos durante la respuesta y/o valores de medición sensorial ( $m_i$ ) generados en un elemento sensor (10).
6. Equipo de a bordo según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el detector de fallos (15) tiene un watchdog (16) que puede ser estimulado nuevamente mediante cada determinación de posición ( $p_i$ ) generada.
- 30 7. Procedimiento para el control funcional en un sistema de peaje vial (1) con una central (13) y al menos un equipo de a bordo (2) asistido por vehículo que a partir de datos satelitales primarios ( $r_i$ ) genera continuamente determinaciones de posición ( $p_i$ ) y valores de medición de calidad ( $q_i$ ) correspondientes y basados en los mismos transmite a la central (13) los datos de peaje (M), incluyendo:  
la detección de una caída de los valores de medición de calidad ( $q_i$ ) por debajo de una medida mínima de calidad ( $Q_{min}$ ) en el equipo de a bordo (2),
- 35 en el caso de la detección, la protocolización de un registro de datos de errores (F) con al menos la última determinación de posición ( $p_m$ ) antes de la detección y la primera determinación de posición ( $p_n$ ) generada después de la finalización de la detección por el equipo de a bordo (2),  
la transmisión del registro de datos de error (F) del equipo de a bordo (2) a la central (13), y  
la evaluación del registro de datos de error (F) en la central (13).
- 40 8. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado porque el registro de datos de error (F) incluye también una marca de fecha y hora ( $t_m$ ) de la última determinación de posición ( $p_m$ ) mencionada.
9. Procedimiento según las reivindicaciones 7 u 8, caracterizado porque el registro de datos de error (F) incluye también una marca de fecha y hora ( $t_n$ ) de la primera determinación de posición ( $p_n$ ) mencionada.
- 45 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizado porque el registro de datos de error (F) incluye también al menos un valor de medición de calidad ( $q_i$ ) generado durante la detección.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 10, caracterizado porque el registro de datos de error (F) también incluye datos primarios satelitales ( $r_i$ ) recibidos durante la detección y/o valores de medición sensorial ( $m_i$ ) generados en un elemento sensor (10).

12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 11, caracterizado porque en la central (13) se recibe al menos un segundo registro de datos de error (F) generado y transmitido de la manera mencionada por un segundo equipo de a bordo (2) y los registros de datos de error (F) de los al menos dos equipos de a bordo (2) son validados uno contra el otro al evaluar.
- 5 13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 12, caracterizado porque al evaluar mediante una equiparación de los registros de datos de error (F) con un mapa digital se determinan zonas geográficas de interferencias y degradaciones (14) de la recepción satelital.



**Fig. 1**

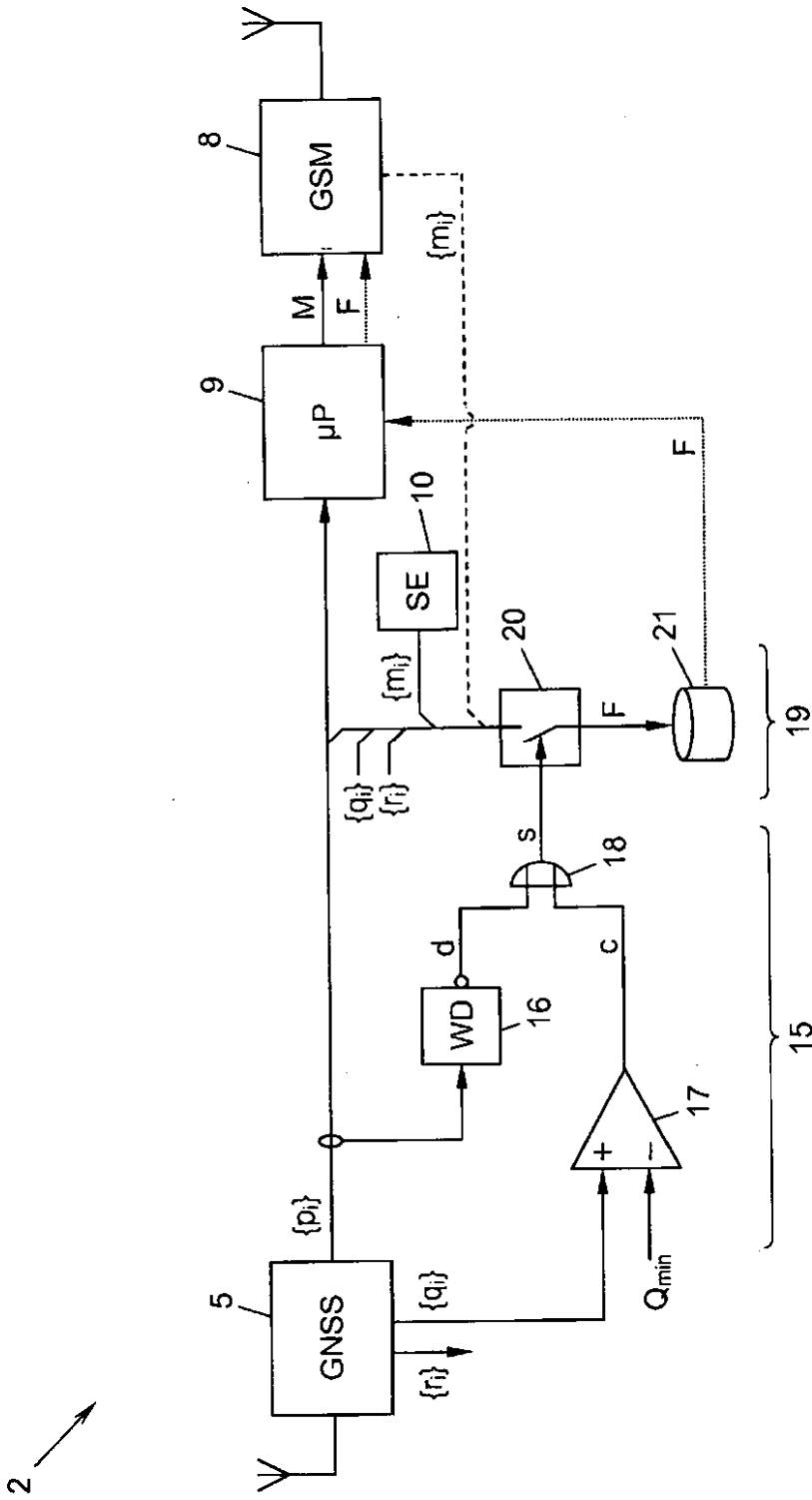
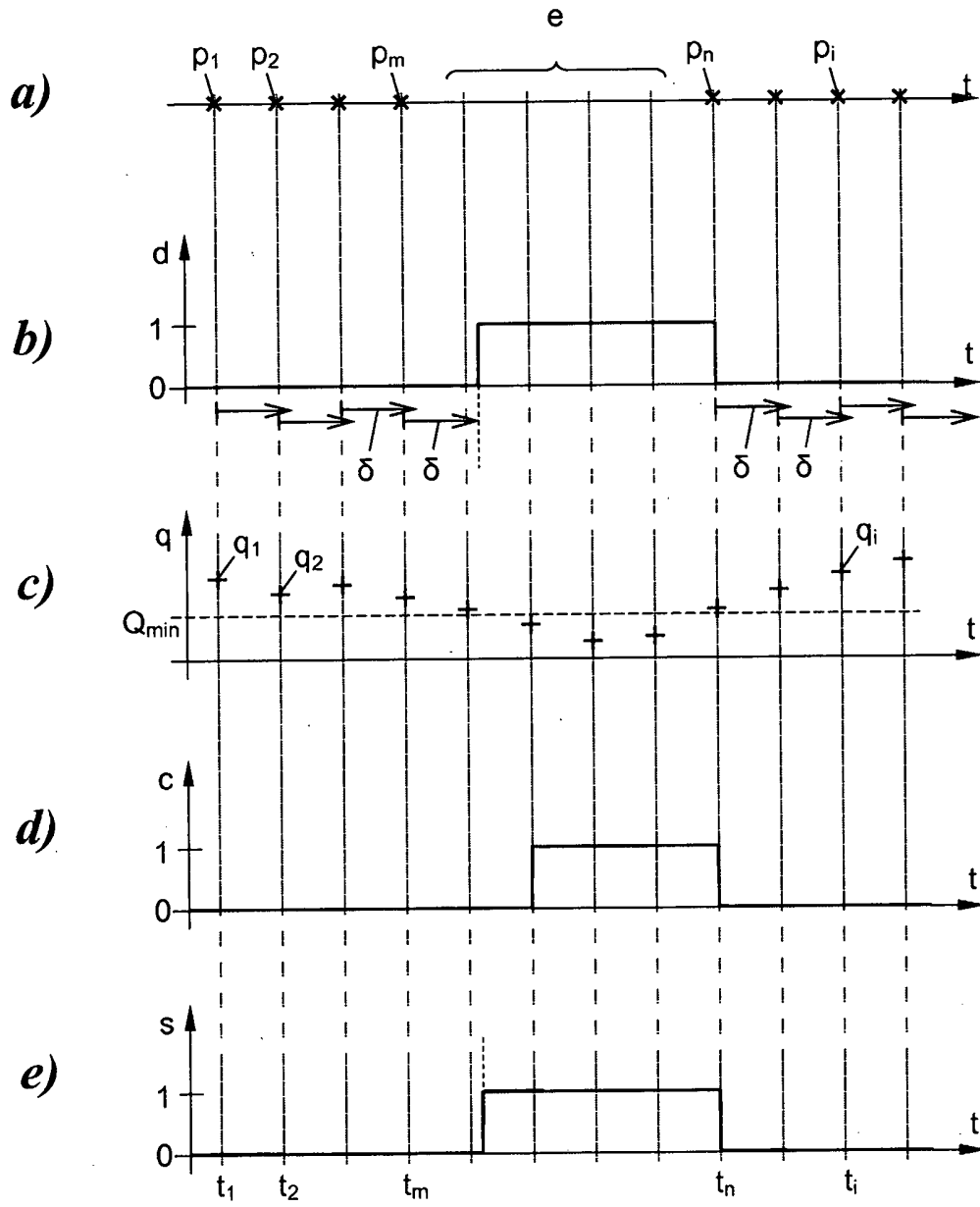


Fig. 2



**Fig. 3**