



(11) **EP 2 924 662 B2**

(12) **NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**
Nach dem Einspruchsverfahren

- (45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
10.08.2022 Patentblatt 2022/32
- (45) Hinweis auf die Patenterteilung:
03.08.2016 Patentblatt 2016/31
- (21) Anmeldenummer: **14161986.6**
- (22) Anmeldetag: **27.03.2014**
- (51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
G07B 15/06 (2011.01)
- (52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
G07B 15/063

(54) **Onboard-Unit und Verfahren zur Funktionsüberwachung in einem Straßenmautsystem**

Onboard unit and method for functional monitoring in a road toll system

Unité embarquée et procédé de surveillance du fonctionnement dans un système de péage routier

- | | |
|--|---|
| <p>(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR</p> <p>(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.09.2015 Patentblatt 2015/40</p> <p>(73) Patentinhaber: Kapsch TrafficCom AG
1120 Wien (AT)</p> <p>(72) Erfinder:
• Leopold, Alexander
3550 Langenlois (AT)
• Abart, Christoph
8010 Graz (AT)</p> <p>(74) Vertreter: Weiser & Voith
Patentanwälte Partnerschaft
Kopfgasse 7
1130 Wien (AT)</p> | <p>(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 696 207 EP-A1- 2 187 229
EP-A1- 2 487 506 WO-A1-2006/105380
US-A- 5 969 595 US-A1- 2007 005 243</p> <ul style="list-style-type: none">• "Bedienungsanleitung Magellan GPS NAV 5000D" In: "Magellan Systems Corporation", 1992 pages 1-21,• DRANE, RIZOS: In: "Positioning Systems in Intelligent Transportation Systems", Artech House, Boston, London ISBN: 978-0-89006-536-5• "Produkte zur Mauterhebung - Mobility - Siemens", mobility.siemens.com, 23 June 2013 (2013-06-23), pages 1-2, Retrieved from the Internet:
URL:http://www.mobility.siemens.com/mobility/global/de/nahverkehr/strassenverkehr/mautsysteme-fuer-staedte/produkte-mauterhebung/Seiten/produkte-zur-mauterhebung.aspx• "Watchdog", Wikipedia, 23 May 2013 (2013-05-23), pages 1-2, Retrieved from the Internet:
URL:https://de.wikipedia.org/wiki/Watchdog |
|--|---|

EP 2 924 662 B2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Onboard-Unit für ein Straßenmautsystem, mit einem Satellitennavigationsempfänger zur fortlaufenden Erzeugung von Positionsfixen und zugehörigen Qualitätsmesswerten aus Satellitenrohdaten, einem Funksendeempfänger und einem an diese Komponenten angeschlossenen Prozessor, der dafür ausgebildet ist, aus den Positionsfixen Mautdaten zu erzeugen und über den Funksendeempfänger zu senden. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Funktionsüberwachung in einem Straßenmautsystem mithilfe einer solchen Onboard-Unit.

[0002] Onboard-Units (OBUs) auf Basis von Satellitennavigationssystemen (global navigation satellite systems, GNSS) können z.B. "Thick Client"-OBUs sein, welche die erzeugten Positionsfixe mit einer in der Onboard-Unit hinterlegten digitalen Straßenkarte abgleichen, dabei gebührenpflichtige Fahrstrecken ermitteln, zugehörige Mautgebühren errechnen und als Mautdaten über den Funksendeempfänger senden, aber auch "Thin Client"-OBUs, welche direkt die Positionsfixe als Mautdaten an eine Zentrale senden, die daraus die Mautgebühren berechnet. Die Funktions- und Leistungsfähigkeit solcher GNSS-OBUs hängt maßgeblich von der Qualität ihres Satellitenempfangs und der daraus bestimmten Positionsfixe ab.

[0003] In der EP 1 696 207 A1 wird ein Verfahren zum Klassifizieren von Positionsfixen beschrieben, wobei aufgrund ihrer Qualität ungültige Positionsfixe verworfen oder markiert werden und von Positionsfixen mit verwendbaren Satellitenrohdaten nur diese Rohdaten oder daraus abgeleitete Metadaten, nicht jedoch die Positionsfixe selbst verwendet werden.

[0004] Während die Abrechnung der Mautgebühren meist in der Hand des Straßenerhalters oder einer Behörde, des sog. "Toll Charger", liegt, wird die Erzeugung von Mautdaten oder das Berechnen der Mautgebühren meist als Dienstleistung durch einen "Service Provider" erbracht; der Service Provider hat dabei eine bestimmte Leistungsfähigkeit, z.B. einen bestimmten Vermautungsgrad auf einer Mautstrecke, zu garantieren.

Zur Messung der Funktions- und Leistungsfähigkeit eines Straßenmautsystems werden derzeit Flotten von Testfahrzeugen eingesetzt, die beispielsweise vorgegebene Mautstrecken stichprobenartig abfahren, um anschließend die in der Zentrale des Toll Chargers anfallenden Mautgebühren mit den Stichprobenfahrten zu vergleichen. Zur Reduktion des personellen und organisatorischen Aufwands schlägt die EP 2 665 044 alternativ dazu vor, dass der Toll Charger einzelne mautpflichtige Onboard-Units zum stichprobenartigen Sammeln von positionsbezogenen Daten und Senden als Referenzdaten direkt an die Mautzentrale des Toll Chargers auffordert, wo dieser die Referenzdaten mit den vom Serviceprovider im laufenden Betrieb erzeugten Mautgebühren vergleicht, um die Leistungsfähigkeit des Straßenmautsystems zu messen.

[0005] Die Erfindung setzt sich zum Ziel, Vorrichtungen und Verfahren zur Funktionsüberprüfung in einem Straßenmautsystem zu schaffen, welche in der Folge eine Verbesserung der Leistungsfähigkeit des Straßenmautsystems und damit eine Erhöhung des Vermautungsgrades ermöglichen.

[0006] Dieses Ziel wird gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung mit einer Onboard-Unit der einleitend genannten Art erreicht, die sich auszeichnet durch einen an den Satellitennavigationsempfänger angeschlossenen Ausfallsdetektor, welcher dafür ausgebildet ist, auf ein Abfallen von Qualitätsmesswerten unter ein vorgegebenes Mindestqualitätsmaß anzusprechen, und einen an den Satellitennavigationsempfänger angeschlossenen und vom Ausfallsdetektor gesteuerten Protokollierer, welcher dafür ausgebildet ist, bei Ansprechen des Ausfallsdetektors einen Fehlerdatensatz mit zumindest dem letzten Positionsfix vor dem Ansprechen und dem ersten nach Beendigung des Ansprechens erzeugten Positionsfix (pn) zu erzeugen, wobei der Prozessor dafür ausgebildet ist, den Fehlerdatensatz vom Protokollierer zu empfangen und über den Funksendeempfänger zu senden.

[0007] Gemäß einem zweiten Aspekt schafft die Erfindung ein Verfahren zur Funktionsmessung in einem Straßenmautsystem mit einer Zentrale und zumindest einer fahrzeuggestützten Onboard-Unit, die aus Satellitenrohdaten fortlaufend Positionsfixe und zugehörige Qualitätsmesswerte erzeugt und darauf basierende Mautdaten an die Zentrale sendet, umfassend:

Detektieren eines Abfallens von Qualitätsmesswerten unter ein vorgegebenes Mindestqualitätsmaß in der Onboard-Unit, im Falle der Detektion, Protokollieren eines Fehlerdatensatzes mit zumindest dem letzten Positionsfix vor der Detektion und dem ersten nach Beendigung des Ansprechens erzeugten Positionsfix (pn) in der Onboard-Unit, Senden des Fehlerdatensatzes von der Onboard-Unit an die Zentrale, und Auswerten des Fehlerdatensatzes in der Zentrale.

[0008] Erfindungsgemäß wird dadurch erstmals möglich, die Qualität der GNSS-Positionsbestimmung und -Abdeckung im Straßenmautsystem einer zentralen Auswertung zugänglich zu machen und dadurch kritische GNSS-Fehlerorte im Straßennetz frühzeitig zu bestimmen und anhand des letzten Positionsfixes geographisch zuzuordnen. Anstelle einer bloß stichprobenartigen Leistungsüberprüfung können Positionsermittlungsfehler von GNSS-OBUs sofort oder nur mit kurzer Sendezeitverzögerung, kontinuierlich und - bei entsprechender Verbreitung der OBUs - flächendeckend in der Zentrale ausgewertet werden. In der Folge kann auf unterschiedliche GNSS-bedingte Fehler im Straßenmautsystem, z.B. Störsignale, Abschattungen der Satellitensignale etc. und deren Ursachen, z.B. örtliche oder auch mobile Störsignalquellen ("Jammer") oder geographische Gegebenheiten wie Gebirge oder Tunnels, geschlossen werden. So können erstmals an den durch die letzten Positionsfixe jeweils eingegrenzten Fehleror-

ten zielgerichtet Maßnahmen zur Fehlerbeseitigung, z.B. das Aufstellen von stationären Positionssendern, Stützbaken, Satellitensignal-Repeater od.dgl., oder das Identifizieren und Ausschalten von Störsignalquellen etc., eingeleitet werden.

[0009] Besonders günstig ist es, wenn der von der Onboard-Unit erzeugte Fehlerdatensatz einen Zeitstempel des genannten letzten Positionsfixes enthält. So kann aus einer Mehrzahl von Fehlerdatensätzen verschiedener Onboard-Units bzw. ein und derselben Onboard-Unit zu verschiedenen Tages- bzw. Jahreszeiten auch auf zeitabhängige Fehler und Fehlerursachen, z.B. zeitveränderliche bzw. periodische Störsignale, ungünstige Satellitenkonstellationen oder Abschattung der Satellitensignale in Abhängigkeit von Wetterereignissen oder durch Vegetation während der Wachstumszeiten etc., rückgeschlossen werden. Ferner kann die Bewegung einer mobilen Störsignalquelle genau verfolgt werden, um z.B. "Jammer", die bewusst Störsignale senden, um ein korrektes Vermuten zu behindern, mithilfe von Verkehrskameras und/oder Einsatzfahrzeugen zu identifizieren.

[0010] Um die geographischen Bereiche des detektierten Fehlers noch besser abgrenzen zu können, enthält der Fehlerdatensatz auch den ersten nach Beendigung des Ansprechens bzw. Detektierens erzeugten Positionsfix. Bevorzugt enthält dabei der Fehlerdatensatz aus den genannten Gründen auch einen Zeitstempel des genannten ersten Positionsfixes.

[0011] In einer günstigen Ausführungsform der Erfindung enthält der Fehlerdatensatz auch zumindest einen während des Ansprechens des Ausfallsdetektors bzw. Detektierens des Ausfalls erzeugten Qualitätsmesswert. Dadurch kann noch präziser auf Fehlerursachen rückgeschlossen werden. So könnte, wenn der Qualitätsmesswert z.B. die Anzahl der zur Erzeugung des zugehörigen Positionsfixes herangezogenen Satelliten oder einen DOP-Wert (dilution of precision) des zugehörigen Positionsmesswerts enthält, eine - zufällig oder lokal häufig auftretende - ungünstige Satellitenkonstellation erkannt werden. Enthält der Qualitätsmesswert z.B. den jeweiligen Signalpegel der zur Erzeugung des zugehörigen Positionsmesswerts herangezogenen Satelliten und/oder ein Signal/Rausch-Verhältnis der Satellitensignale, so kann auch auf Störsignale bzw. Signaldämpfungen - z.B. infolge von lokalen, gegebenenfalls sogar beweglichen Störsendern oder von Wetterereignissen oder Abschattungen durch Gebirge oder Wald - rückgeschlossen werden.

[0012] Es versteht sich, dass ein Fehlerdatensatz nicht nur einen, sondern auch eine Folge von während des Ansprechens des Ausfallsdetektors erzeugten Qualitätsmesswerten enthalten kann, was eine Auswertung des Verlaufs der Qualitätsmesswerte und damit noch genauere Schlussfolgerungen z.B. über möglicherweise unterschiedliche Fehlerursachen erlaubt.

[0013] Bevorzugt enthält der Fehlerdatensatz auch während des Ansprechens des Ausfallsdetektors bzw.

Detektierens des Ausfalls empfangene Satellitenrohdaten und/oder in einem Sensorelement erzeugte Sensormesswerte, wodurch für ein späteres Ermitteln möglicher Fehlerursachen weitere Grundlagen geschaffen werden.

[0014] Besonders günstig ist es, wenn der Ausfallsdetektor einen Watchdog enthält, welcher von jedem erzeugten Positionsfix neu anstoßbar ist. Dies stellt einen besonders einfachen, zuverlässigen Baustein für den Ausfallsdetektor dar.

[0015] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird in der Zentrale zumindest ein zweiter, von einer zweiten Onboard-Unit in der genannten Weise erzeugter und gesandter Fehlerdatensatz empfangen und die Fehlerdatensätze der zumindest zwei Onboard-Units werden beim Auswerten gegeneinander validiert. Dadurch können zeitliche Änderungen möglicher Fehlerursachen einfacher berücksichtigt und individuelle Fehler oder Störungen einzelner Onboard-Units, z.B. infolge einer unsachgemäßen Anordnung im Fahrzeug, ausgeglichen werden. Zugleich steigt mit der Anzahl der verfügbaren Onboard-Units bei der Auswertung der Fehlerdatensätze deren Aussagekraft in Bezug auf mögliche Fehlerursachen.

[0016] Besonders günstig ist es, wenn beim Auswerten durch einen Abgleich der Fehlerdatensätze mit einer digitalen Landkarte geographische Störungs- und Abschattungsbereiche des Satellitenempfangs bestimmt werden. Dadurch wird eine "Landkarte von GNSS-Fehlern" erzeugt, welche mit geographischen Gegebenheiten, z.B. hohen Bergen, engen Tälern, Tunnels etc. abgeglichen werden kann. Auf diese Weise sind naturgegebene von technisch bedingten Fehlerursachen leichter unterscheidbar, und Maßnahmen zur Fehlerbeseitigung können in die Wege geleitet werden.

[0017] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in den beigefügten Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. In den Zeichnungen zeigt:

Fig. 1 ein Straßenmautsystem mit fahrzeuggestützten Onboard-Units gemäß der Erfindung in einer schematischen Draufsicht;

Fig. 2 ein Blockschaltbild einer der Onboard-Units von Fig. 1; und

Fig. 3 beispielhafte Daten- und Signaldiagramme, die in der Onboard-Unit von Fig. 2 und während der Ausführung des Verfahrens der Erfindung auftreten.

[0018] Fig. 1 zeigt ein Straßenmautsystem 1, das auf Onboard-Units (OBUs) 2 basiert, welche von Fahrzeugen 3 mitgeführt werden, um deren Ortsnutzungen in einem Netz aus Straßen 4 zu vermuten bzw. vergemeinbaren. Die Ortsnutzung kann beispielsweise das Befahren eines bestimmten Segments einer Straße 4, das Überfahren einer Grenze, der Aufenthalt in einem bestimmten geographischen Gebiet od.dgl. sein und auf beliebige Weise, z.B. pro Straßensegment, gefahrener Weglänge,

in einem Gebiet verbrachter Zeit (z.B. Parkzeit) etc., abgerechnet werden.

[0019] Gemäß Fig. 2 verfügt jede Onboard-Unit 2 dazu über einen Satellitennavigationsempfänger 5, welcher aus Satellitensignalen 6 von Navigationssatelliten 7 (Fig. 1) eines globalen Satellitennavigationssystems (Global Navigation Satellite System, GNSS) fortlaufend die Position der Onboard-Unit 2 bestimmt und als Positionsfixe $p_1, p_2, \dots$, allgemein p_i , mit zugehörigen Qualitätsmesswerten $q_1, q_2, \dots$, allgemein q_i , ausgibt.

[0020] Jeder Qualitätsmesswert q_i eines Positionsfixes p_i kann dabei verschiedene Qualitätsparameter beinhalten, beispielsweise Anzahl, Signalpegel und/oder Signal/Rausch-Verhältnis der Signale 6 der zur Bestimmung des jeweiligen Positionsfixes p_i herangezogenen Navigationssatelliten 7, z.B. auch in ausgewerteter Form von DOP-Werten (dilution of precision), wie sie von handelsüblichen Satellitennavigationsempfängern 5 für jeden Positionsfix p_i zur Verfügung gestellt werden.

[0021] Zusätzlich zu den Positionsfixen p_i und ihren Qualitätsmesswerten q_i kann der Satellitennavigationsempfänger 5 auch die diesen zugrundeliegenden "rohen" Satellitendaten, z.B. Ausschnitte der Satellitensignale 6, oder im Verlauf der Erzeugung der Positionsfixe p_i gebildete Verarbeitungsdaten ausgeben, im Weiteren "Satellitenrohdaten" r_i genannt. Die Ausgabe der Positionsfixe p_i , Qualitätsmesswerte q_i bzw. Satellitenrohdaten r_i kann dabei auf voneinander gesonderten Ausgängen des Satellitennavigationsempfängers 5, auf einem gemeinsamen Ausgang im Multiplexing oder auf einem gemeinsamen Bus in gesonderten Datenpaketen erfolgen.

[0022] Die Onboard-Unit 2 ist ferner mit einem Funksendeempfänger 8, z.B. nach einem 2G-, 3G-, 4G- oder 5G-Mobilfunkstandard wie GSM, UMTS oder LTE, dem ITS-G5- oder WAVE-Standard für Kurzreichweiten-Funkkommunikation, einem der IEEE 802.11-Standards für WLAN-Kommunikation od.dgl., und einem an den Satellitennavigationsempfänger 5 und den Funksendeempfänger 8 angeschlossenen Prozessor 9 ausgestattet.

[0023] Optional können auch ein oder mehrere Sensorelemente 10, z.B. Geschwindigkeits- oder Beschleunigungssensoren, vorgesehen sein, welche in der Onboard-Unit 2 selbst oder - mit der Onboard-Unit 2 verbunden - im Fahrzeug 3 angeordnet sein können und Sensormesswerte m_i , z.B. Geschwindigkeits-, Beschleunigungs- oder daraus approximierte Ortsmesswerte, erzeugen. Ein solches Sensorelement 10 kann auch durch den Funksendeempfänger 8 gebildet sein, in welchem Fall die Sensormesswerte m_i Metadaten des Funksendeempfängers 8 sind, z.B. Funkzellen- oder Empfangsfeldstärkedaten einer Funkverbindung 11 mit einer Funkstation 12, hier einer Basisstation eines Mobilfunknetzes, in dem sich der Funksendeempfänger 8 befindet.

[0024] Der Prozessor 9 erzeugt aus der Folge $\{p_i\}$ von Positionsfixen p_i Mautdaten M , um diese mithilfe des Funksendeempfängers 8 über die Funkverbindung 11 und die Funkstation 12 an eine Zentrale 13 des Straßenmautsystems 1 zu senden.

[0025] Die Mautdaten M können z.B. Mautgebühren sein, die durch einen Kartenabgleich ("map-matching") der Positionsfixfolge $\{p_i\}$ mit einer in der Onboard-Unit 2 hinterlegten digitalen Karte mautpflichtiger Straßen 4 bzw. Orte erzeugt werden. Alternativ könnten die Mautdaten M auch die Positionsfixe p_i selbst sein, welche einzeln oder - wenn gewünscht nach Qualität gefiltert - zu einem Bündel zusammengefasst zu beliebigen oder vorgegebenen Zeitpunkten, nach vorgegebenen Strecken oder einfach bei Verfügbarkeit einer Funkverbindung 11 über den Funksendeempfänger 8 gesendet werden. Im letztgenannten Fall können Kartenabgleich und Gebührenberechnung beispielsweise in der Zentrale 13 erfolgen.

[0026] Gemäß Fig. 1 durchfahren die Fahrzeuge 3 auf ihren jeweiligen Fahrwegen auf den Straßen 4 einen geographischen Bereich 14, in welchem die von den Satellitennavigationsempfängern 5 empfangenen Satellitensignale 6 gestört bzw. abgeschattet sind, sodass die Qualitätsmesswerte q_i abfallen und/oder die jeweiligen Satellitennavigationsempfänger 5 keine Positionsfixe p_i erzeugen.

[0027] Fig. 3 zeigt dazu beispielhaft Zeitverläufe der jeweiligen Signale bzw. Daten einer Onboard-Unit 2. Gemäß diesem Beispiel erzeugt der Satellitennavigationsempfänger 5 zu Zeitpunkten $t_1, t_2, \dots$, allgemein t_i , aus den Satellitenrohdaten r_i (nicht dargestellt) jeweils einen Positionsfix p_i (Fig. 3a) und einen zugehörigen Qualitätsmesswert q_i (Fig. 3c). Durchfährt das Fahrzeug 3 den genannten geographischen Bereich 14, erzeugt der Satellitennavigationsempfänger 5 über einen Zeitraum e keine Positionsfixe p_i , im Allgemeinen jedoch weiterhin Qualitätsmesswerte q_i .

[0028] Um Fehler der Positionsbestimmung der Onboard-Unit 2 und damit der Vermutungsfunktion des Straßenmautsystems 1 z.B. infolge von Signal-Störungen und/oder Abschattungen der Satellitensignale 6 erfassen und messen zu können, dienen die folgenden Komponenten und Verfahren.

[0029] Die Onboard-Unit 2 verfügt dazu über einen an den Satellitennavigationsempfänger 5 angeschlossenen Ausfallsdetektor 15, welcher anspricht und ein Ausgangssignal s (Fig. 3e) erzeugt, z.B. eine logisches "High"-Signal bzw. eine logische "1", wenn er ein Abfallen von Qualitätsmesswerten q_i unter ein vorgegebenes Mindestqualitätsmaß $Q_{\min}$ detektiert.

[0030] Zur Detektion des Ereignisses (a) kann der Ausfallsdetektor 15 einen Watchdog 16 aufweisen, z.B. in Form eines Totmann- bzw. retriggerbaren Monoflop-Schaltkreises, der von jedem neuen Positionsfix p_i an seinem Eingang erneut für die Mindestzeitspanne δ angestoßen wird und somit an seinem (hier: invertierten) Ausgang ein Detektionssignal d (Fig. 3b) ausgibt, wenn innerhalb der genannten Mindestzeitspanne δ kein neuer Positionsfix p_i einlangt.

[0031] Alternativ oder zusätzlich zum Watchdog 16 kann der Ausfallsdetektor 15 zur Detektion des Ereignisses (b) einen Komparator 17 aufweisen, welcher die ein-

langenden Qualitätsmesswerte q_i mit einem Mindestqualitätsmaß $Q_{\min}$ vergleicht und bei einem Abfallen der Qualitätsmesswerte q_i unter das Mindestqualitätsmaß $Q_{\min}$ ein Ausgangssignal c (Fig. 3d) ausgibt. Je nach Komplexität der Qualitätsmesswerte q_i könnte es zur Vereinfachung dieses Vergleichs erwünscht sein, dass der Komparator 17 zunächst einen mehrere Parameter (Dimensionen) enthaltenden Qualitätsmesswert q_i zu einem einzigen globalen Qualitätsmaß Q_i zusammenfasst; alternativ könnte das Mindestqualitätsmaß $Q_{\min}$ separate Einzel-Schwellwerte für mehrere in einem Qualitätsmesswert q_i enthaltene Qualitätsparameter aufweisen.

[0032] Die Ausgangssignale c des Watchdogs 16 und d des Komparators 17 können z.B. durch einen einfachen ODER-Schaltkreis 18 zu dem Ausgangssignal s des Ausfallsdetektors 15 verknüpft werden. Anstelle des ODER-Schaltkreises 18 kann auch eine komplexe Auswertelogik, welche z.B. auch das Zeitverhalten der Signale c und d mitberücksichtigt, vorgesehen werden. Wenn der Ausfallsdetektor 15 nur eine der Komponenten Watchdog 16 oder Komparator 17 enthält, entfällt der Schaltkreis 18 und das Ausgangssignal s fällt mit dem Signal c bzw. d zusammen.

[0033] Das vom Ausfallsdetektor 15 erzeugte Ausgangssignal s steuert einen Protokollierer 19 an, welcher im Falle der genannten Ereignisse (a) und/oder (b) einen Fehlerdatensatz F erzeugt und für den Prozessor 9 zum Senden über den Funksendeempfänger 8 an die Zentrale 13 bereithält. Wie in Fig. 2 symbolisch gezeigt, ist der Protokollierer 19 z.B. eine an einen oder mehrere Ausgänge des Satellitennavigationsempfängers 5 angeschlossene Aufzeichnungseinheit 20 mit einem Pufferspeicher 21.

[0034] Als Fehlerdatensatz F zeichnet der Protokollierer 19 im einfachsten Fall den letzten Positionsfix p_m , den der Satellitennavigationsempfänger 5 gerade noch vor dem Ansprechen des Ausfallsdetektors 15 erzeugt hat, und den ersten unmittelbar nach Beendigung des Ansprechens des Ausfallsdetektors 15 erzeugten Positionsfix p_n auf, wenn gewünscht auch mit zugehörigem Zeitstempel t_n , siehe Fig. 3a. Zusätzlich kann der Protokollierer 19 dem Fehlerdatensatz F je nach Anforderung noch weitere Daten hinzufügen, sodass dieser - einzeln oder in beliebiger Kombination - ferner enthalten kann:

- einen Zeitstempel t_m des genannten letzten Positionsfixes p_m ;
- die zum genannten letzten und/oder ersten Positionsmesswert p_m , p_n erzeugten Qualitätsmesswerte q_m und/oder q_n ;
- einen oder mehrere der während des Ansprechens des Ausfallsdetektors 15, d.h. solange der Protokollierer 19 angesteuert ($s = "1"$) ist, erzeugten Qualitätsmesswerte q_i , wenn gewünscht auch mit zugehörigen Zeitstempeln t_i ;
- die zum genannten letzten und/oder ersten Positionsmesswert p_m , p_n und/oder während des Ansprechens des Ausfallsdetektors 15 ($s = "1"$) empfangenen

nen - bzw. gebildeten - Satellitenrohdaten r_i ; und/oder

- die etwa zeitgleich mit dem genannten letzten und/oder ersten Positionsmesswert p_m , p_n und/oder während des Ansprechens des Ausfallsdetektors 15 ($s = "1"$) erzeugten Sensormesswerte m_i .

[0035] Optional kann der Protokollierer 19 den Fehlerdatensatz F beispielsweise durch Ausscheiden redundanter oder irrelevanter Daten, Ergänzen um Umfeld-Daten aus der Umgebung der Onboard-Unit 2 oder interne Zustandsdaten der Onboard-Unit 2, Datenzusammenfassung etc. situationsabhängig vorverarbeiten.

[0036] In der Zentrale 13 werden die empfangenen Fehlerdatensätze F ausgewertet. Diese Auswertung kann einerseits einzeln erfolgen, d.h. die Fehlerdatensätze F einer Onboard-Unit 2 werden für sich betrachtet, andererseits können auch mehrere Fehlerdatensätze F verschiedener Onboard-Units 2 empfangen, gemeinsam ausgewertet und dabei z.B. gegeneinander validiert werden.

[0037] Beim Auswerten werden die Fehlerdatensätze F in Abhängigkeit vom Ort der darin angegebenen Positionsfixe p_m , p_n , $\{p_i\}$ und, wenn erfasst, deren Zeitstempeln t_m , t_n , $\{t_i\}$, Qualitätsmesswerten q_m , q_n , $\{q_i\}$, Satellitenrohdaten $\{r_i\}$ und/oder Sensormesswerte $\{m_i\}$ betrachtet und auf mögliche Fehlerquellen hin analysiert, um Maßnahmen zu deren Beseitigung vorzubereiten. Optional können beim Auswerten durch einen Abgleich der Fehlerdatensätze F mit einer digitalen Landkarte geographische Störungs- und Abschattungsbereiche 14 des Satellitenempfangs ebenso wie gegebenenfalls deren Zeitabhängigkeit bestimmt werden. So können dauerhafte Abschattungen, z.B. durch Tunnels, erkannt und von vorübergehenden Abschattungen, z.B. in engen Tälern, wo nur zeitweise eine ausreichende Anzahl an Satellitensignalen 6 in erforderlicher Stärke empfangbar ist, unterschieden werden, oder wetterbedingte Signalabschwächungen oder jahreszeitabhängige Abschattungen in dichter Vegetation von fixen oder beweglichen Störquellen ("Jammern") usw. usf. In der Folge können zielgerichtete Maßnahmen zur Fehlerbeseitigung eingeleitet werden, um den Vermautungsgrad des Straßenmautsystems 1 zu erhöhen, z.B. stationäre Positionssender bzw. Satellitensignal-Repeater errichtet oder Störquellen eliminiert oder abgeschaltet bzw. bewusstes Senden von Störsignalen durch Jammer verfolgt und gehndet werden.

[0038] Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsformen beschränkt, sondern umfasst alle Varianten und Modifikationen, die in den Rahmen der angeschlossenen Ansprüche fallen. So können die Onboard-Unit 2 im Ganzen bzw. einzelne ihrer Komponenten wie der Ausfallsdetektor 15, der Protokollierer 19 oder Teile davon sowohl als Hardwarebausteine als auch als Softwareobjekte, z.B. im Prozessor 9, implementiert werden.

Patentansprüche

1. Onboard-Unit für ein Straßenmautsystem (1), mit

einem Satellitennavigationsempfänger (5) zur fortlaufenden Erzeugung von Positionsfixen (p_i) und zugehörigen Qualitätsmesswerten (q_i) aus Satellitenrohdaten (r_i),
einem Funksendeempfänger (8) und
einem an diese Komponenten (5, 8) angeschlossenen Prozessor (9), der dafür ausgebildet ist, aus den Positionsfixen (p_i) Mautdaten (M) zu erzeugen und über den Funksendeempfänger (8) zu senden,

gekennzeichnet durch

einen an den Satellitennavigationsempfänger (5) angeschlossenen Ausfallsdetektor (15), welcher dafür ausgebildet ist, auf ein Abfallen von Qualitätsmesswerten (q_i) unter ein vorgegebenes Mindestqualitätsmaß ($Q_{\min}$) anzusprechen, und

einen an den Satellitennavigationsempfänger (5) angeschlossenen und vom Ausfallsdetektor (15) gesteuerten Protokollierer (19), welcher dafür ausgebildet ist, bei Ansprechen des Ausfallsdetektors (15) einen Fehlerdatensatz (F) mit zumindest dem letzten Positionsfix (p_m) vor dem Ansprechen und den ersten nach Beendigung des Ansprechens erzeugten Positionsfix (p_n) zu erzeugen,
wobei der Prozessor (9) dafür ausgebildet ist, den Fehlerdatensatz (F) vom Protokollierer (19) zu empfangen und über den Funksendeempfänger (8) zu senden.

2. Onboard-Unit nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Fehlerdatensatz (F) auch einen Zeitstempel (t_m) des genannten letzten Positionsfixes (p_m) enthält.

3. Onboard-Unit nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Fehlerdatensatz (F) auch einen Zeitstempel (t_n) des genannten ersten Positionsfixes (p_n) enthält.

4. Onboard-Unit nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Fehlerdatensatz (F) auch zumindest einen während des Ansprechens erzeugten Qualitätsmesswert (q_i) enthält.

5. Onboard-Unit nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Fehlerdatensatz (F) auch während des Ansprechens empfangene Satellitenrohdaten (r_i) und/oder in einem Sensorelement (10) erzeugte Sensormesswerte (m_i) enthält.

6. Onboard-Unit nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet, dass der Ausfallsdetektor (15) einen Watchdog (16) enthält, welcher von jedem erzeugten Positionsfix (p_i) neu anstoßbar ist.

7. Verfahren zur Funktionsüberwachung in einem Straßenmautsystem (1) mit einer Zentrale (13) und zumindest einer fahrzeuggestützten Onboard-Unit (2), die aus Satellitenrohdaten (r_i) fortlaufend Positionsfixe (p_i) und zugehörige Qualitätsmesswerte (q_i) erzeugt und darauf basierende Mautdaten (M) an die Zentrale (13) sendet, umfassend:

Detektieren eines Abfallens von Qualitätsmesswerten (q_i) unter ein vorgegebenes Mindestqualitätsmaß ($Q_{\min}$) in der Onboard-Unit (2),
im Falle der Detektion, Protokollieren eines Fehlerdatensatzes (F) mit zumindest dem letzten Positionsfix (p_m) vor der Detektion und dem ersten nach Beendigung der Detektion erzeugten Positionsfix (p_n) in der Onboard-Unit (2),
Senden des Fehlerdatensatzes (F) von der Onboard-Unit (2) an die Zentrale (13), und
Auswerten des Fehlerdatensatzes (F) in der Zentrale (13).

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Fehlerdatensatz (F) auch einen Zeitstempel (t_m) des genannten letzten Positionsfixes (p_m) enthält.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Fehlerdatensatz (F) auch einen Zeitstempel (t_n) des genannten ersten Positionsfixes (p_n) enthält.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Fehlerdatensatz (F) auch zumindest einen während der Detektion erzeugten Qualitätsmesswert (q_i) enthält.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Fehlerdatensatz (F) auch während der Detektion empfangene Satellitenrohdaten (r_i) und/oder in einem Sensorelement (10) erzeugte Sensormesswerte (m_i) enthält.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Zentrale (13) zumindest ein zweiter, von einer zweiten Onboard-Unit (2) in der genannten Weise erzeugter und gesandter Fehlerdatensatz (F) empfangen wird und die Fehlerdatensätze (F) der zumindest zwei Onboard-Units (2) beim Auswerten gegeneinander validiert werden.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Auswerten durch einen Abgleich der Fehlerdatensätze (F) mit

einer digitalen Landkarte geographische Störungs- und Abschattungsbereiche (14) des Satellitenempfangs bestimmt werden.

Claims

1. Onboard unit for a road toll system (1), comprising

a satellite navigation receiver (5) for continuously generating position fixes (p_i) and associated quality measurement values (q_i) from satellite raw data (r_i),

a radio transceiver (8), and

a processor (9) connected to these components (5, 8), which is configured to generate toll data (M) from the position fixes (p_i) and to send the toll data via the radio transceiver (8),

characterized by

an outage detector (15) connected to the satellite navigation receiver (5), which outage detector (15) is configured to respond to a drop in quality measurement values (q_i) under a given minimum quality measurement (Q_{min}), and a recorder (19) connected to the satellite navigation receiver (5) and controlled by the outage detector (15), which recorder (19) is configured to generate, when the outage detector (15) responds, an error dataset (F) with at least the last position fix (p_m) before the response and the first position fix (p_n) generated after the response has finished,

wherein the processor (9) is configured to receive the error dataset (F) from the recorder (19) and to send it via the radio transceiver (8).

2. Onboard unit according to claim 1, **characterized in that** the error dataset (F) also contains a time stamp (t_m) of said last position fix (p_m).

3. Onboard unit according to claim 1 or 2, **characterized in that** the error dataset (F) also contains a time stamp (t_n) of said first position fix (p_n).

4. Onboard unit according to any one of the claims 1 to 3, **characterized in that** the error dataset (F) also contains at least one quality measurement value (q_i) generated during responding.

5. Onboard unit according to any one of the claims 1 to 4, **characterized in that** the error dataset (F) also contains satellite raw data (r_i) received during responding and/or sensor measurement values (m_i) generated in a sensor element (10).

6. Onboard unit according to any one of the claims 1 to 5, **characterized in that** the outage detector (15) contains a watchdog (16), which can be triggered

anew by each generated position fix (p_i).

7. Method for function surveillance in a road toll system (1) with a central station (13) and at least one vehicle mounted onboard unit (2), which continuously generates position fixes (p_i) and associated quality measurement values (q_i) from satellite raw data (r_i) and sends toll data (M) based thereupon to the central station (13), comprising:

detecting a drop in quality measurement values (q_i) under a given minimum quality measurement (Q_{min}) in the onboard unit (2), and in case of a detection, recording an error dataset (F) with at least the last position fix (p_m) before the detection and the first position fix (p_n) generated after the detection has finished in the onboard unit (2), sending the error dataset (F) from the onboard unit (2) to the central station (13), and evaluating the error dataset (F) in the central station (13).

8. Method according to claim 7, **characterized in that** the error dataset (F) also contains a time stamp (t_m) of said last position fix (p_m).

9. Method according to claim 7 or 8, **characterized in that** the error dataset (F) also contains a time stamp (t_n) of said first position fix (p_n).

10. Method according to any one of the claims 7 to 9, **characterized in that** the error dataset (F) also contains at least one quality measurement value (q_i) generated during detecting.

11. Method according to any one of the claims 7 to 10, **characterized in that** the error dataset (F) also contains satellite raw data (r_i) received during detecting and/or sensor measurement values (m_i) generated in a sensor element (10).

12. Method according to any one of the claims 7 to 11, **characterized in that** in the central station (13) at least a second error dataset (F), generated and sent by a second onboard unit (2) in said manner, is received and **in that** the error datasets (F) of the at least two onboard units (2) are validated against each other during evaluating.

13. Method according to any one of the claims 7 to 12, **characterized in that**, during evaluating, geographical interference and shadowing regions (14) of the satellite reception are determined by comparing the error datasets (F) with a digital map.

Revendications

1. Unité embarquée pour un système de péage routier (1), avec
 - un récepteur de navigation satellite (5) pour la génération continue de coordonnées de positions (p_i) et des valeurs de mesures de qualité (q_i) correspondantes à partir de données brutes du satellite (r_i),
 - un émetteur-récepteur radio (8) et
 - un processeur (9) associé à ces composants (5, 8) qui est conçu pour générer des données de péage (M) à partir des coordonnées de positions (p_i) et les envoyer par l'intermédiaire de l'émetteur-récepteur radio (8),
 - caractérisé par**
 - un détecteur de défaillance (15) associé au récepteur de navigation satellite (5), lequel est conçu pour être sollicité suite à un descent de valeurs de mesure de qualité (q_i) en dessous d'une mesure de qualité minimale (Q_{min}) prédéterminée, et
 - un enregistreur (19) associé au récepteur de navigation satellite (5) et commandé par le détecteur de défaillance (15), lequel est conçu, lors de la sollicitation du détecteur de défaillance (15), pour générer un ensemble de données d'erreur (F) avec au moins la dernière coordonnée de position (p_m) avant la sollicitation et la première coordonnée de position (p_n) générée après la fin de la sollicitation,
 - où le processeur (9) est conçu pour recevoir l'ensemble de données d'erreur (F) de l'enregistreur (19) et l'envoyer par l'intermédiaire de l'émetteur-récepteur radio (8).
2. Unité embarquée selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** l'ensemble de données d'erreur (F) contient également une horodatage (t_m) de ladite dernière coordonnée de position (p_m) .
3. Unité embarquée selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** l'ensemble de données d'erreur (F) contient également une horodatage (t_n) de ladite première coordonnée de position (p_n) .
4. Unité embarquée selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** l'ensemble de données d'erreur (F) contient également une valeur de mesure de qualité (q_i) générée lors de la sollicitation.
5. Unité embarquée selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** l'ensemble de données d'erreur (F) contient également des données brutes du satellite (r_i) reçues pendant la sollicitation et/ou des valeurs de capteur (m_i) générées dans un élément capteur (10).
6. Unité embarquée selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** le détecteur de défaillance (15) contient un chien de garde (16), lequel peut être de nouveau poussé par chaque coordonnée de position générée (p_i).
7. Procédé de surveillance du fonctionnement dans un système de péage routier (1) avec un central (13) et au moins une unité embarquée (2) montée dans un véhicule, quelle unité embarquée génère continuellement des coordonnées de position (p_i) à partir de données brutes du satellite (r_i) et des valeurs de mesure de qualité (q_i) correspondantes et qui envoie des données de péage (M) basées dessus vers le central (13), comprenant :
 - la détection d'un descent de valeurs de mesure de qualité (q_i) en dessous d'une mesure de qualité minimale (Q_{min}) prédéterminée dans l'unité embarquée (2),
 - dans le cas de la détection, l'enregistrement d'un ensemble de données d'erreur (F) avec au moins la dernière coordonnée de position (p_m) avant la détection et la première coordonnée de position (p_n) générée après la fin de la détection dans l'unité embarquée (2),
 - l'envoi de l'ensemble de données d'erreur (F) de l'unité embarquée (2) au central (13), et
 - l'évaluation de l'ensemble de données d'erreur (F) dans le central (13).
8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** l'ensemble de données d'erreur (F) contient également une horodatage (t_m) de ladite dernière coordonnée de position (p_m).
9. Procédé selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** l'ensemble de données d'erreur (F) contient également une horodatage (t_n) de ladite première coordonnée de position (p_n).
10. Procédé selon l'une des revendications 7 à 9, **caractérisé en ce que** l'ensemble de données d'erreur (F) contient également au moins une valeur de mesure de qualité (q_i) générée pendant la détection.
11. Procédé selon l'une des revendications 7 à 10, **caractérisé en ce que** l'ensemble de données d'erreur (F) contient également des données brutes du satellite (r_i) reçues pendant la détection et/ou des valeurs de mesures de capteur (m_i) générées dans un élément capteur (10).
12. Procédé selon l'une des revendications 7 à 11, **caractérisé en ce que**, dans le central (13), au moins un deuxième ensemble de données d'erreur (F) généré et envoyé par une deuxième unité embarquée (2) de la manière citée est reçu et que les ensembles

de données d'erreur (F) des au moins deux unités embarquées (2) sont validés les uns par rapport aux autres lors de l'évaluation.

13. Procédé selon l'une des revendications 7 à 12, **caractérisé en ce que**, lors de l'évaluation, des zones d'interférence et d'occultation (14) géographiques de la réception satellite sont déterminées par une comparaison des ensembles de données d'erreur (F) par rapport à une carte géographique numérique. 5 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

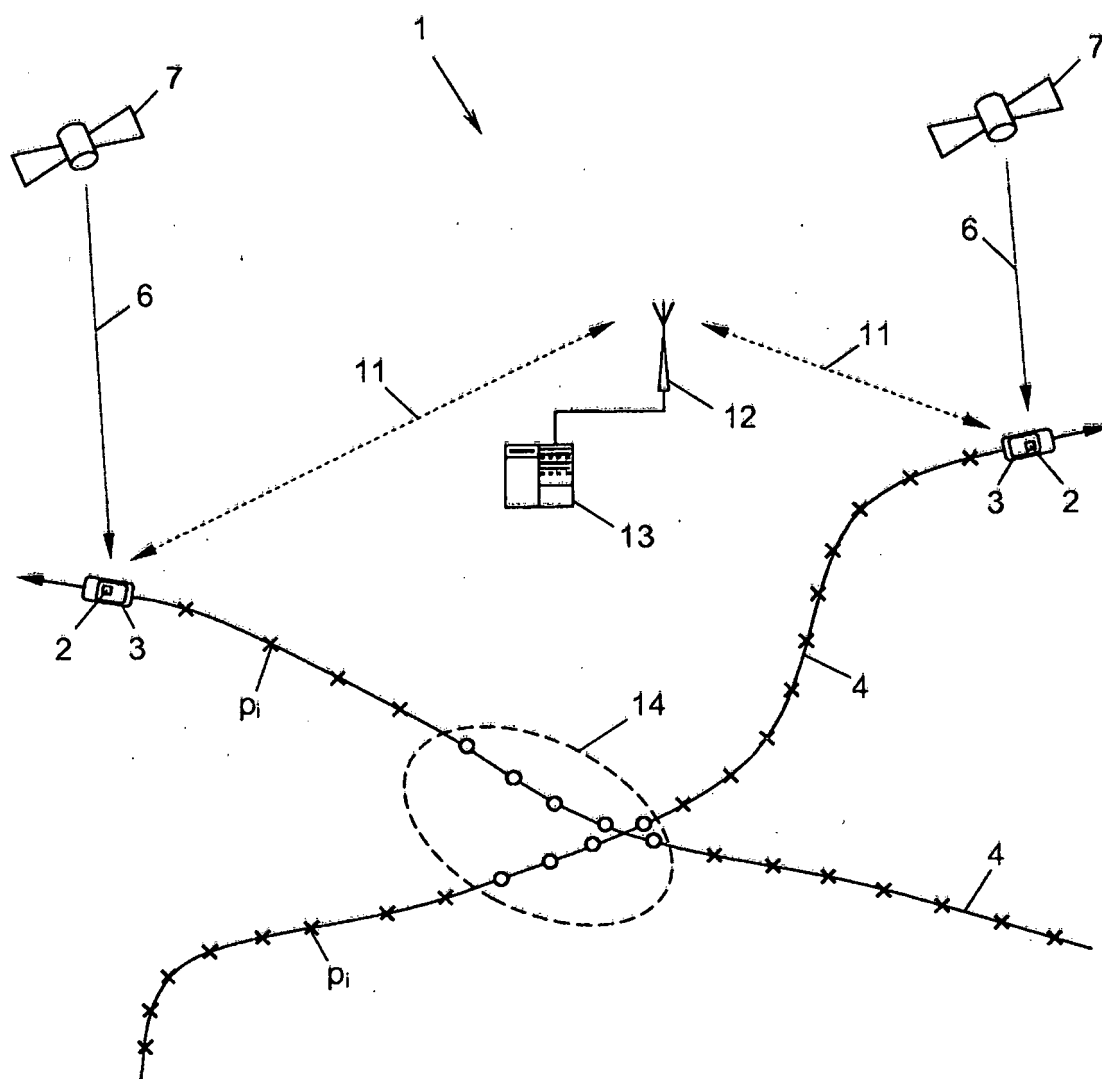


Fig. 1

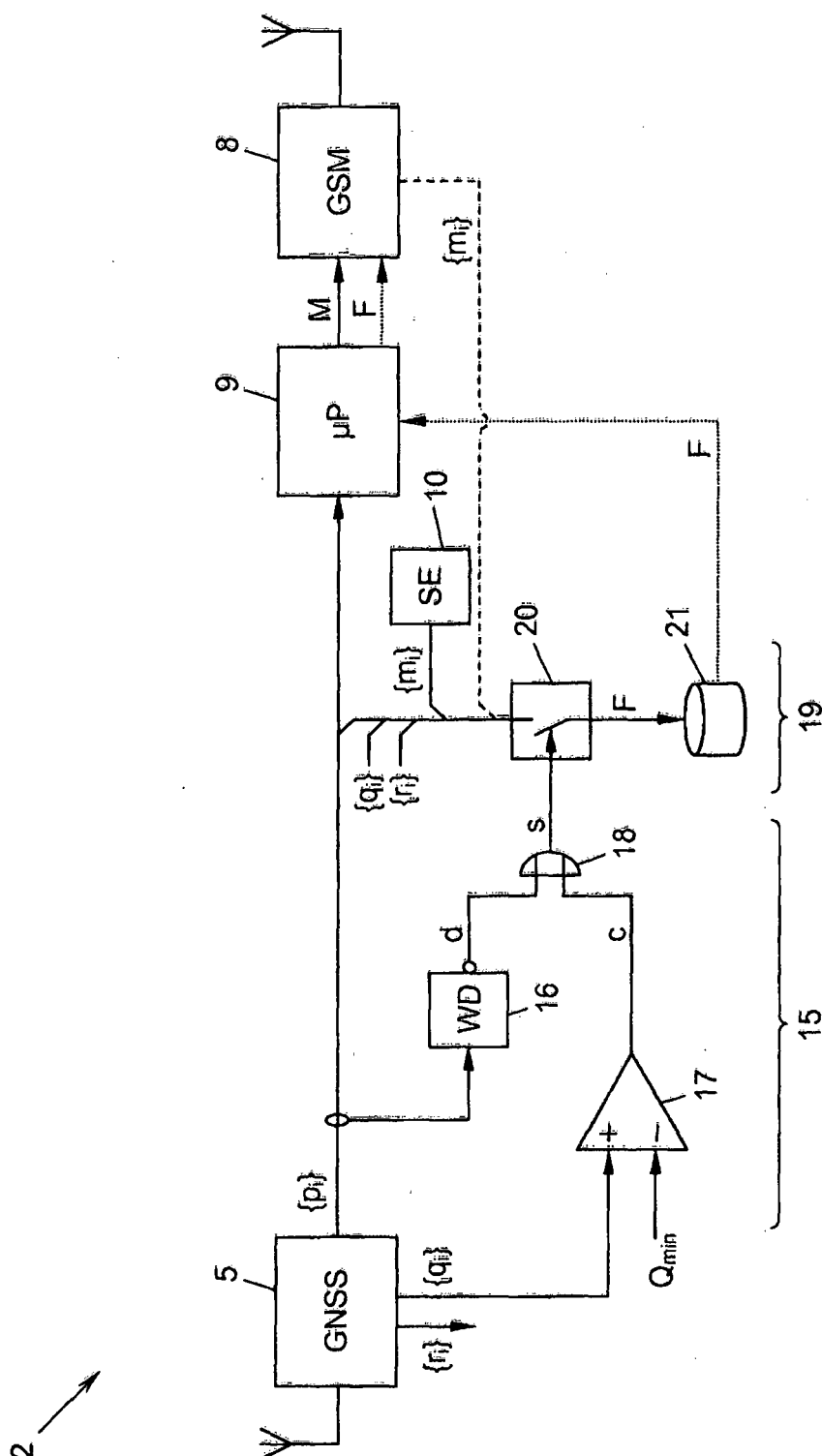


Fig. 2

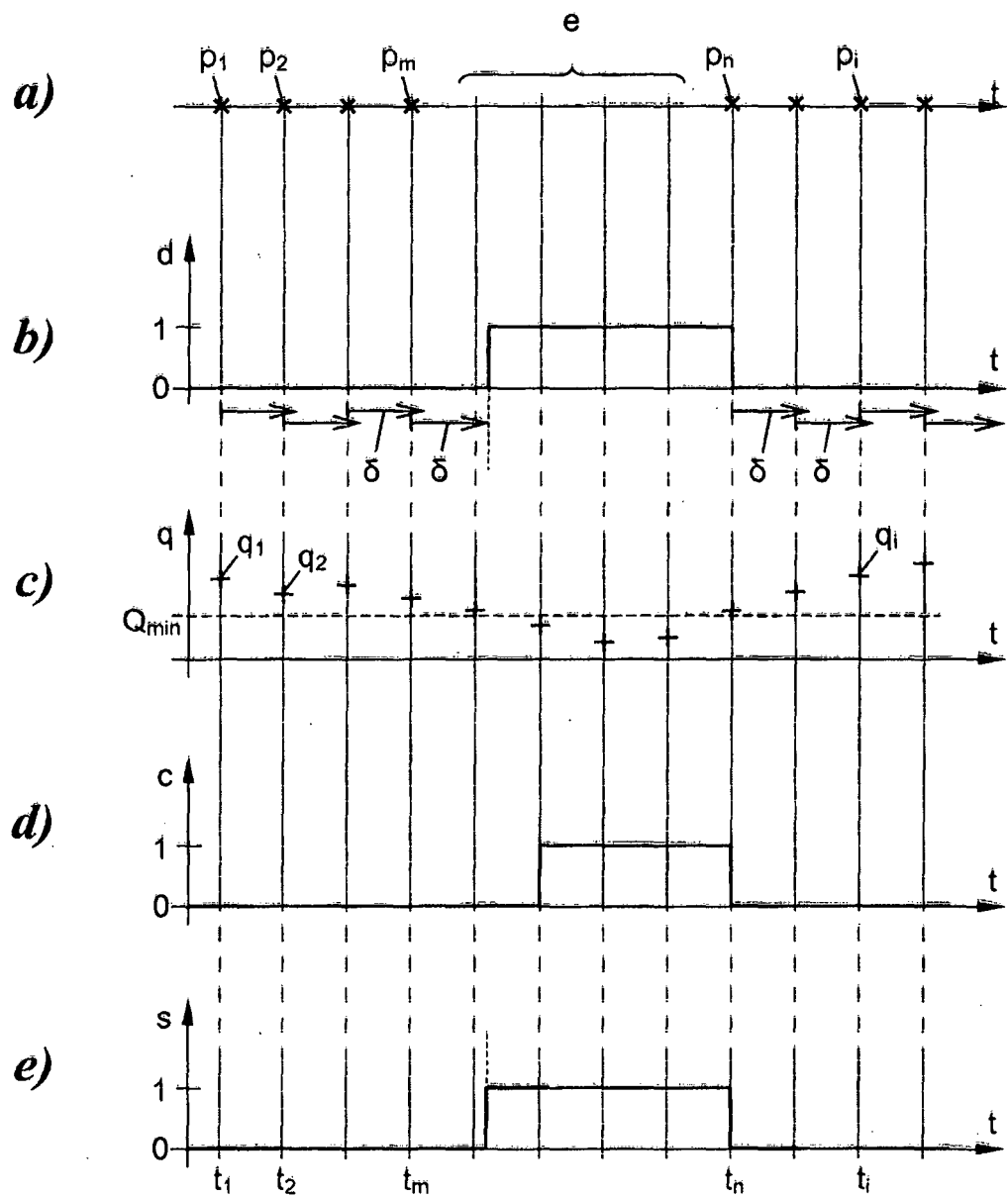


Fig. 3

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1696207 A1 [0003]
- EP 2665044 A [0004]