

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 539 692**

51 Int. Cl.:

G06F 11/30 (2006.01)

G07B 15/06 (2011.01)

H04L 12/403 (2006.01)

G07C 5/00 (2006.01)

G05B 19/042 (2006.01)

G01M 17/00 (2006.01)

G05B 19/418 (2006.01)

H04L 12/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA
TRAS OPOSICIÓN

T5

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.02.2013** **E 13157236 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea modificada tras oposición: **06.12.2023** **EP 2772886**

54 Título: **Sistema electrónico de a bordo para un vehículo y procedimiento de verificación para el mismo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente modificada:
13.06.2024

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

KERSTEN, JAN;
TIJINK, JASJA y
NAGY, OLIVER

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 539 692 T5

DESCRIPCIÓN

Sistema electrónico de a bordo para un vehículo y procedimiento de verificación para el mismo

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para verificar un sistema electrónico de a bordo para un vehículo con una pluralidad de módulos que están conectados entre sí a través de un bus de comunicaciones y a los que se puede acceder mediante direcciones inequívocas.

10 Si los sistemas electrónicos de a bordo para vehículos en un principio fueron empleados sobre todo para el manejo del motor, en los vehículos actuales ellos asumen numerosas otras funciones y aplicaciones de muy diversa complejidad; a esto pertenecen las aplicaciones de seguridad, por ejemplo, en la asistencia de frenado o el control del airbag, aplicaciones de confort como, por ejemplo, la regulación de la temperatura y de la climatización, o la navegación, al igual que las aplicaciones de entretenimiento, por ejemplo, el control de música y vídeo o el acceso a servicios de Internet, pero también aplicaciones sencillas, tales como la apertura de ventanillas o puertas. Estas
15 aplicaciones normalmente están conectadas como módulos separados a un bus de comunicaciones común. A través de éste tienen acceso a otros módulos conectados que ejecutan servicios asignados a los mismos. Por ejemplo, un módulo de aplicación para la regulación de la climatización tiene acceso a un módulo de servicio con sensor de temperatura que devuelve una respuesta – en este caso, el valor de temperatura medido.

20 A pesar de la capacidad de rendimiento de los actuales sistemas de a bordo para vehículos, numerosas aplicaciones complejas, tales como, por ejemplo, una aplicación para el cobro de peajes en un sistema de peajes de carretera, todavía se siguen instalando actualmente en los vehículos como aparatos separados, sin estar conectados al sistema de a bordo del vehículo. Esto se debe, entre otras cosas, a la elevada carga adicional del bus de comunicaciones de los sistemas de a bordo vehiculares existentes a través de módulos adicionales, así como el
25 dispendio adicional de validación y certificación, por ejemplo, cuando una aplicación de cobro de peajes con todos sus módulos de servicio – muchas veces producidos por fabricantes ajenos y certificados de manera específica para el respectivo explotador – se quiere conectar al sistema de a bordo del vehículo.

30 El documento DE 10 2008 048 162 A1 describe una unidad de a bordo que acopla módulos de servicio y módulos de aplicaciones a través de un bus de comunicaciones. En este caso, un módulo de servicio puede ser usado de manera compartida por varios módulos de aplicaciones.

35 El documento DE 100 26 918 A1 describe un adaptador de red que acopla una segunda red al sistema de a bordo del vehículo, debido a que registra el bus de comunicaciones de manera pasiva y basándose en sus registros simula para la segunda red un acceso al sistema de a bordo del vehículo.

40 El documento EP 1 574 864 A1 describe un sistema de verificación para componentes de un sistema de a bordo vehicular. Para esto se efectúa un viaje de referencia con un vehículo de referencia. La capacidad de funcionamiento de un vehículo a ser comprobado se verifica después basándose en los datos de referencia recogidos.

El objetivo de la presente invención consiste en crear por primera vez un sistema electrónico de a bordo para vehículos con una aplicación de gestión de peajes integrada y un módulo de registro, que trabaja con elevada eficiencia y que puede ser fácilmente verificado y certificado.

45 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, este objetivo se logra con un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1.

Debido a la modularización de servicios en módulos de servicio individuales y el uso compartido de módulos de servicio individuales por varios módulos de aplicación, se incrementa la eficiencia del sistema de a bordo vehicular:
50 Se previenen las redundancias por vías dobles, el número de módulos solo aumenta poco con aplicaciones adicionales, al igual que la carga del bus de comunicaciones, ya que se previenen las redundancias de servicios. De esta manera, también los módulos de aplicación complejos, tales como los requeridos por una aplicación de gestión de peajes, pueden ser integrados de manera eficiente en un sistema electrónico de a bordo para un vehículo.

55 El registro de acuerdo con la presente invención crea la posibilidad de hacer un seguimiento posterior de los sucesos en el sistema de a bordo vehicular y de esa manera verificar el correcto funcionamiento de la aplicación de gestión de peajes y de los módulos de servicio usados por la misma, así como, en caso de error o fallo, buscar las causas del mismo. Esto facilita la trazabilidad de los sucesos que se desarrollan en el sistema de a bordo vehicular durante el funcionamiento del vehículo, en particular cuando se usan módulos de diferentes fabricantes en el
60 sistema de a bordo vehicular.

Para poder ejecutar una aplicación de gestión de peajes de acuerdo con el estándar DSCR (Dedicated Short Range Communication), es ventajoso si uno de los módulos de servicio que comprenden un servicio de comunicaciones es un transceptor DSRC. También se pueden hacer disponibles otros servicios de comunicaciones. De esta manera,
65 preferentemente uno de los módulos de servicio que comprenden un servicio de comunicaciones es un transceptor de telefonía móvil. De esta manera, por ejemplo, se posibilita tanto para la aplicación de navegación un acceso

remoto a datos actuales sobre el estado de las vías de circulación o a nuevos mapas de carretera, respectivamente, así como también el envío de los datos de peaje determinados por la aplicación de gestión de peajes a un sistema de peajes de carretera central. Incluso un cambio a un nuevo estándar DSRC y/o de telefonía móvil, por ejemplo con una mayor anchura de banda, no requiere ningún cambio de los módulos de aplicación para la aplicación de gestión de peajes o de navegación, respectivamente. En cambio, ambos módulos de aplicación se benefician de una sustitución del módulo de servicio DSRC o del módulo de servicio de telefonía móvil.

Otra forma de realización preferente del sistema de a bordo para vehículos de acuerdo con la invención consiste en que un módulo de servicio adicional comprende un servicio de localización para poder suministrar servicios de localización correspondientes a las aplicaciones de gestión de peajes dependientes del lugar.

Es ventajoso si otro módulo de servicio adicional comprende un servicio de comparación de mapas. Un servicio de comparación de mapas de este tipo compara, por ejemplo, con el servicio de localización de un módulo de servicio adicional la posición determinada del vehículo con un mapa de una red de carreteras almacenado, por ejemplo, en una memoria de mapas del módulo de servicio, para así poder localizar de mejor manera el vehículo en la red de carreteras. Un servicio de este tipo, altamente complejo y muy intensivo en cuanto a cálculos, puede ser compartido por la aplicación de gestión de peajes y la aplicación de navegación, por lo que tal modularización incrementa la eficiencia del sistema de a bordo para vehículos.

Es ventajoso si un módulo de servicio adicional comprende un servicio de pagos. Un servicio de pagos de este tipo, que puede estar ligado a una identificación o autenticación del sistema de a bordo del vehículo, no solo puede ser usado para aplicaciones de gestión de peajes y de navegación, sino también para aplicaciones que permiten, por ejemplo, obtener acceso a Internet y a los servicios online ofrecidos allí.

El módulo de registro está conectado directamente al bus de comunicaciones y puede detectar y registrar los mencionados mensajes de solicitud y respuesta en el bus de comunicaciones.

Preferentemente, el módulo de registro estar configurado para dotar los registros con una signature. De esta manera se puede comprobar la autenticidad de cada registro individual. Una modificación de un registro por terceros no es posible sin que sea advertida. Para proteger los registros adicionalmente contra el acceso de personas no autorizadas y contra manipulaciones, es particularmente ventajoso si el módulo de registro y/o su memoria de datos tienen una protección de acceso criptográfica y/o física.

La aplicación de gestión de peajes y los módulos de servicio a los que se dirige se someten, de acuerdo con el primer aspecto, a una comprobación sencilla y rápida. Las desviaciones de módulos de servicio individuales con respecto a un comportamiento predeterminado pueden ser reconocidas rápidamente. El procedimiento de verificación no está limitado a ser realizado en un taller, debido a que la memoria del módulo de registro puede ser leída, por ejemplo, a través de un servicio de comunicaciones del sistema de a bordo del vehículo, incluso durante el funcionamiento del vehículo ("on the fly"). Dependiendo de los módulos verificados o de la desviación con respecto al valor límite predeterminado, se pueden tomar diferentes medidas correctivas. Así, en caso de una desviación que excede el valor límite, se puede informar o advertir al conductor u operador del vehículo, a un taller y/o al operador del sistema de peajes de carretera, por ejemplo para bloquear o suspender la vigencia de un contrato de usuario. También se puede desactivar un módulo para prevenir la perturbación del sistema de a bordo vehicular en su totalidad.

En un segundo aspecto adicional, la presente invención se refiere a un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2.

De acuerdo con el segundo aspecto, el sistema de verificación efectúa una comprobación muy exacta del módulo de servicio con el apoyo de su módulo de servicio de referencia – por ejemplo, en un entorno certificado y a prueba de manipulaciones. Al igual que el procedimiento antes mencionado, también puede ser realizado "on the fly", es decir, sobre la marcha, para validar o certificar el sistema de a bordo del vehículo o algunos de sus componentes individuales, o para generar avisos de información o advertencia. También en este caso, como reacción adicional ante un resultado insatisfactorio de la verificación, es posible la desactivación de módulos de servicio individuales o incluso de módulos de aplicación, o también un cambio en la priorización de servicios o aplicaciones.

De manera particularmente preferente, el resultado de comprobación arriba mencionado y el resultado de comparación arriba mencionado se combinan en un resultado de evaluación. Tal resultado de una doble comprobación hace posible la validación, certificación o la recertificación actual y/o posterior de módulos, y concretamente también durante el funcionamiento del sistema de a bordo del vehículo. Esto es ventajoso en particular en aquellos casos en los que el sistema de a bordo del vehículo comprende diferentes módulos, por ejemplo, de diferentes fabricantes, y/o en caso de sustitución o ampliación de módulos individuales.

De manera particularmente preferente, adicionalmente se comprueba la autenticidad de la signature de los mensajes de solicitud y de respuesta leídos en la memoria, a fin de poder asegurar la autenticidad de los registros. De esta manera, los procedimientos, basados en los mismos registros registrados, autenticados y protegidos contra

manipulaciones por un solo módulo, pueden ser usados, por ejemplo, por los fabricantes del módulo, el fabricante del vehículo y los operadores de servicios externos, por ejemplo, operadores de peaje de carreteras, de manera paralela a los fines de una verificación, en particular si el módulo de registro y/o su memoria de datos están protegidos adicionalmente de forma criptográfica y/o física. Si el módulo de registro también registra mensajes de otros módulos, se puede prescindir del uso de módulos de registro adicionales en el sistema de a bordo del vehículo. De esta manera el sistema de a bordo está estructurado de modo más sencillo y puede ser operado más eficazmente y con un mayor ahorro de energía.

La lectura del contenido de la memoria al sistema de verificación puede efectuarse tanto mediante una extracción física de la memoria y/o del módulo de registro fuera del sistema de a bordo del vehículo, como también mediante una conexión técnica de datos, bien sea alámbrica o inalámbrica. Preferentemente, la mencionada lectura del contenido de la memoria se realiza mediante el envío inalámbrico del contenido de la memoria por el sistema de a bordo del vehículo al sistema de verificación, por ejemplo, con el apoyo de uno de los módulos de servicio de comunicaciones del sistema de a bordo del vehículo.

La presente invención se describe más detalladamente a continuación con referencia a ejemplos de realización representados en los dibujos adjuntos. En los dibujos:

la Fig. 1 muestra un vehículo con un sistema electrónico de a bordo para vehículos en comunicación con componentes externos en un diagrama de bloques esquemático;
las Figs. 2a hasta 2i muestran la cooperación entre diferentes módulos del sistema de a bordo para vehículos de la Fig. 1 en diagramas de bloque por secciones; y
la Fig. 3 es un diagrama de flujo de un procedimiento de acuerdo con la presente invención para verificar el sistema de a bordo para vehículos de las Figs. 1 y 2.

De acuerdo con la Fig. 1, un vehículo 1 con un sistema electrónico de a bordo para vehículos 2 (Onboard Electronic System, OES) se desplaza sobre una carretera 3. El sistema de a bordo del vehículo 2 ejecuta diferentes aplicaciones y servicios, según se explicará con mayor detalle más adelante con referencia a la Fig. 2. Por ejemplo, se encuentra en comunicación de radio vía satélite 4 con los satélites 5 de un sistema global de navegación por satélite (Global Navigation Satellite System, GNSS) para determinar su posición. Igualmente, el sistema de a bordo del vehículo 2 en el ejemplo de la Fig. 1 se comunica a través de una conexión de telefonía móvil 6 con una de muchas estaciones de base 7 de una red de telefonía móvil 8 (Public Land Mobile Network, PLMN), que también puede establecer una conexión de datos 9 con una red de datos global, tal como la Internet 10.

Adicionalmente, el sistema de a bordo del vehículo 2 de acuerdo con la Fig. 1 también está en comunicación de radio de corto alcance 11 con una radiobaliza 12 de un sistema de peajes de carretera 13. El sistema de peajes de carretera 13 tarifica (grava) el uso de zonas o áreas sujetas a un peaje de la carretera 3, por ejemplo, carreteras de peaje o aparcamientos, usadas por los vehículos 1. Para esto comprende una pluralidad de radiobalizas 12 en el lado de la carretera. La comunicación a través de las conexiones de radio 11 se realiza preferentemente de acuerdo al estándar DSRC o el estándar WAVE (Dedicated Short Range Communication o Wireless Access in Vehicular Environments), o también ITS-G5, comunicación de RFID o de rayos infrarrojos, en el caso más simple WLAN o Bluetooth. Debido al emplazamiento conocido de las radiobalizas 12 y de los alcances limitados de sus comunicaciones de radio 11, los sistemas de a bordo para vehículos 2 pueden ser localizados para gravar así el peaje por el uso de la carretera 3. Para este fin, cada radiobaliza 12 mantiene una conexión de datos (15) con un sistema central 14 del sistema de peajes de carretera 13.

El sistema central 14 del sistema de peajes de carretera 13 puede estar conectado a través de una conexión de datos adicional 9' con la red de datos global 10 y así, si ello se desea, intercambiar información a través de la red de telefonía móvil 8 con el sistema de a bordo para vehículos 2. Asimismo, el sistema de telefonía móvil 8 puede estar en contacto directamente con la central 14.

Como se muestra en las Figs. 2a hasta 2i, el sistema de a bordo para vehículos 2 está estructurado de forma modular: El mismo comprende un primer grupo G_A de módulos de aplicación $M_{A1}, M_{A2}, \dots$, designados conjuntamente como M_{Ai} , que respectivamente ejecutan diferentes aplicaciones $A_1, A_2, \dots$, designados conjuntamente como A_i ; así como un segundo grupo G_S de módulos de servicio $M_{S1}, M_{S2}, \dots$, designados conjuntamente como M_{Sj} , que respectivamente ejecutan diferentes aplicaciones $S_1, S_2, \dots$, designados conjuntamente como S_j . Los módulos M_{Ai} , M_{Sj} se encuentran en contacto de comunicación entre sí a través de un bus de comunicaciones C del sistema de a bordo para vehículos 2. Cada módulo M_{Ai} , M_{Sj} tiene una dirección de bus inequívoca en el bus de comunicaciones C, con la que puede ser contactado de manera individual.

El bus de comunicaciones C puede ser un bus CAN, u otro bus de comunicaciones empleado en un vehículo, por ejemplo un bus de campo FlexrayTM. Cada módulo de aplicación M_{Ai} o su aplicación A_i , respectivamente, en caso de ser necesario tiene acceso a uno o varios módulos de servicio M_{Sj} y al servicio S_j respectivamente ejecutado en el mismo; y viceversa, cada módulo de servicio M_{Sj} a solicitud puede poner su servicio S_j a disposición de uno o varios módulos de aplicación M_{Ai} .

Los servicios S_j ofrecidos por los módulos de servicio M_{Sj} pueden ser de cualquier tipo, por ejemplo, un servicio de cálculo S_6 , como es ofrecido por un procesador (CPU) o un procesador gráfico (GPU), un servicio de almacenamiento S_7 , como es ofrecido por un componente de memoria (MEM), servicios referidos al vehículo, que son puestos a disposición por componentes específicos del vehículo, tales como el tablero de instrumentos, la cerradura de encendido, los sistemas de frenos o de manejo del motor, u otros similares.

Por ejemplo, un módulo de servicio M_{Sj} de "cerradura de encendido" podría suministrar información sobre el estado de encendido (la posición de la llave de encendido) del vehículo, un módulo de servicio M_{Sj} de "tacómetro" puede suministrar valores de medición de velocidad del vehículo, un módulo de servicio M_{Sj} de "reloj" puede suministrar datos de sincronización y tiempo, un módulo de servicio M_{Sj} vinculado con el sistema de freno del vehículo puede suministrar valores de medición de aceleración y frenado, por ejemplo, suministrados por sensores de aceleración, un módulo de servicio del motor M_{Sj} vinculado con la unidad de control o manejo del motor (Engine Control Unit, ECU; Full Authority Digital Engine Control, FADEC) puede suministrar datos de medición del motor o de los gases de escape (por ejemplo, suministrados por una sonda lambda) o permitir la modificación de datos de control del motor, etc., etc.

En el ejemplo de la Fig. 2a, un módulo de aplicación M_{A1} con una aplicación de navegación (Navigation, NAV) A_1 envía un mensaje de solicitud n_{13} para ejecutar un servicio de localización por satélite (GNSS) S_3 a través del bus de comunicaciones C a un módulo de servicio M_{S3} que presta este servicio S_3 . Después de ejecutar el servicio de localización S_3 , es decir, después de determinar la posición, el módulo de servicio M_{S3} envía un mensaje de respuesta n_{31} a través del bus de comunicaciones C de retorno al módulo de aplicación solicitante M_{A1} . El mensaje de solicitud n_{13} , además de la instrucción para la ejecución del servicio, que también puede incluir la correspondiente transferencia de parámetros y datos, listas de instrucciones, sumas de verificación, etc., comprende las direcciones de bus del módulo de aplicación emisor M_{A1} y del módulo de servicio seleccionado M_{S3} , al que va dirigido el mensaje n_{13} . El mensaje de respuesta n_{31} a su vez contiene las direcciones de bus de los dos módulos M_{S3} , M_{A1} y adicionalmente parámetros de resultado del servicio de localización S_3 para el uso adicional en la aplicación de navegación A_1 . Los parámetros de resultado también pueden comprender, por ejemplo, informes sobre el tipo y calidad de la ejecución del servicio, por ejemplo, el tamaño de la memoria usada para esto, el número de unidades de cálculo (CPUs) usadas para esto, la exactitud de un resultado de localización, informes de rendimiento en forma de MIPS (millones de instrucciones por segundo) como indicador de la potencia de CPU usada, etc., etc.

Dado el caso, un mensaje de solicitud n_{ij} además de las direcciones de bus previamente mencionadas también puede comprender parámetros para el uso en el servicio S_j seleccionado, por ejemplo, datos del lugar para un servicio de comparación de mapas S_4 , según se explica más abajo. Asimismo, un mensaje de respuesta n_{ji} además de las direcciones de bus previamente mencionadas también puede comprender solamente una confirmación sobre la ejecución del servicio S_j , por ejemplo, la confirmación de que el servicio de comunicaciones de telefonía móvil S_2 ha enviado datos exitosamente a la red de telefonía móvil 8, sin comprender otros parámetros de resultado adicionales.

Las Figs. 2a hasta 2i muestran la cooperación de diferentes módulos de servicio M_{Sj} con diferentes módulos de aplicación M_{Ai} , en donde los módulos de aplicación M_{Ai} comparten respectivamente módulos de servicio M_{Sj} , es decir, los usan conjuntamente, a fin de minimizar el número de módulos M_{Ai} , M_{Sj} y por ende también la complejidad del sistema de a bordo para vehículos 2. A este respecto, las Figs. 2a hasta 2i muestran respectivamente un escenario diferente o una función diferente del sistema de a bordo para vehículos 2, para las que los módulos resumidos mediante líneas intermitentes forman respectivamente otro aparato físico o virtual.

La Fig. 2a muestra el uso del sistema de a bordo para vehículos 2 como instrumento de navegación, por ejemplo, un receptor de GPS con representación de mapas. De acuerdo con la Fig. 2a, una aplicación de navegación A_1 solicita un servicio de comparación de mapas S_4 ("map matching", MM) de un módulo de servicio M_{S4} , enviando un mensaje de solicitud n_{14} al módulo de servicio M_{S4} que contiene los parámetros de lugar previamente determinados por el servicio de localización S_3 (véase el mensaje de solicitud n_{13} y el mensaje de respuesta n_{31}). Basándose en estos parámetros de lugar, el servicio de comparación de mapas S_4 efectúa una comparación con un mapa digital de una red de carreteras almacenado en una memoria D del módulo de servicio M_{S4} y mejora así la precisión de la posición determinada por el servicio de localización S_3 del sistema de a bordo para vehículos 2 o del vehículo 1, respectivamente, en la red de carreteras 3. Basándose en los resultados transmitidos en el correspondiente mensaje de respuesta n_{41} , la aplicación de navegación A_1 puede entonces mostrarle al conductor la posición actual del vehículo, así como propuestas para la ruta a seguir.

La aplicación de navegación A_1 adicionalmente puede tener acceso a un módulo de comunicaciones de telefonía móvil M_{S2} – en el presente ejemplo, un transceptor de telefonía móvil (PLMN) – por ejemplo, para recibir y evaluar información actual sobre el tiempo o el tráfico, o para actualizar el mapa digital almacenado en la memoria D .

La Fig. 2b muestra el sistema de a bordo para vehículos 2 en una función como router para redes. Una aplicación para redes (aplicación de IP) A_3 de esta manera posibilita que el vehículo o sus ocupantes tengan acceso a la Internet 10. El acceso es establecido por la aplicación de redes A_3 con el apoyo del módulo de comunicaciones de telefonía móvil M_{S2} a través de una conexión de telefonía móvil 6 y la red de telefonía móvil 8. La aplicación de redes

A₃ opcionalmente para fines de autenticación y/o pagos también puede usar un servicio de pagos (Subscriber Identification Module, SIM) S₅, por ejemplo, un monedero electrónico, en caso de que se quiera tener acceso a servicios de Internet o telefonía móvil externos que están sujetos al pago de una tarifa o que requieren una identificación del usuario.

5 Las Figs. 2c hasta 2i muestran el uso del sistema de a bordo para vehículos 2 como unidad de a bordo (OBU) del sistema de peajes de carretera 13 en diferentes formas realización.

10 La Fig. 2c muestra la realización de una así llamada OBU "thin client". Una aplicación de tarificación de peaje (Tolling Service Application, TSA) A₂ del sistema de a bordo para vehículos 2 usa el servicio de localización S₃ del módulo M_{S3} para la localización vía satélite, a fin de localizarse a sí mismo. La aplicación de tarificación de peaje transmite los datos de localización en bruto determinados de esta manera, por ejemplo, a través del módulo de servicio de telefonía móvil M_{S2}, al sistema central 14 del sistema de peaje de carreteras 13, donde los datos de localización pueden ser mejorados, por ejemplo, mediante mapas de carretera digitales, para gravar el uso de carreteras 3 sujetas al pago de peaje.

20 La Fig. 2d muestra la estructura de una así llamada OBU "thick client", en la que la aplicación de tarificación de peaje A₂ evalúa por sí misma los datos de localización determinados por el servicio de localización S₃ con el apoyo del módulo de servicio de comparación de mapas M_{S4}, para calcular basándose en esto las sumas de peaje y transmitir el resultado de la tarificación como información de peaje con anonimización de lugar, por ejemplo, a través del módulo de servicio de comunicaciones de telefonía móvil M_{S2}, al sistema central 14 del sistema de peaje de carreteras 13.

25 La Fig. 2e muestra una variante de la OBU "thin client" de la Fig. 2c. La aplicación de tarificación de peaje A₂ con el apoyo del servicio de localización S₃ en este caso transmite los datos de localización a través de un módulo de servicio DSRC M_{S1}, por ejemplo, un transceptor DSRC o un módulo de servicio WAVE (no representado) al sistema central 14 del sistema de peaje de carreteras 13.

30 Como se muestra en la Fig. 2f, el sistema de a bordo para vehículos 2 – de manera alternativa a las variantes de OBUs autolocalizantes representadas en las Figs. 2c hasta 2f – de la manera previamente descrita puede ser localizado de forma externa a través de las radiobalizas de corto alcance 12, para lo que el módulo de aplicación de tarificación de peaje M_{A2} usa el módulo de servicio DSRC M_{S1} (o un módulo de servicio WAVE).

35 El ejemplo de la Fig. 2g representa una variante de OBU para una tarificación de peaje de prepago. Para esto, el módulo de aplicación de tarificación de peaje M_{A2} usa adicionalmente el servicio de pagos S₅ del módulo de servicio M_{S5}, por ejemplo, para que al ingresar en la zona de cobertura de radio de corto alcance de una radiobaliza 12 se cargue una tarifa de peaje predeterminada o comunicada a este respecto a un saldo almacenado en el módulo de servicio M_{S5}.

40 Asimismo, tal como se representa en la Fig. 2h, el módulo de aplicación de tarificación de peaje M_{A2} por una parte podría usar el módulo de servicio DSRC M_{S1} para la autolocalización basándose en una red de radiobalizas DSRC geográficamente distribuidas 12, pero para entonces enviar los datos de localización de forma autónoma a través del módulo de servicio de telefonía móvil M_{S2} al sistema central 14 del sistema de peaje de carreteras 13.

45 También son posibles otras variantes para el uso del sistema de a bordo para vehículos 2 como OBU de tarificación de peaje. Así, por ejemplo, una OBU "thick client" también puede estar dotada con un saldo de prepago, el módulo de aplicación de tarificación de peaje M_{A2} puede combinar cualesquiera módulos de localización, comunicaciones y cálculo M_{S1}, M_{S2}, M_{S3}, M_{S4}, M_{S5} y compartirlos con otros módulos de aplicación M_{A1}, M_{A3}, etc., etc. Otros módulos de aplicación y de servicio M_{Ai}, M_{Sj}, por ejemplo, para control del motor, regulación de la climatización, también pueden estar conectados a través del bus de comunicaciones C y compartir entre ellos los servicios S_j.

50 Es obvio que dependiendo de los requerimientos, los diferentes módulos individuales M_{Ai}, M_{Sj} pueden estar realizados tanto como módulos de hardware como también de software, y que a este respecto varios módulos de software también pueden ejecutarse en la misma unidad procesadora física, si esto se requiere. Asimismo, los módulos M_{Ai}, M_{Sj} también podrían estar más refinados o subdivididos jerárquicamente, según sea el caso.

60 El sistema de a bordo para vehículos 2 en general ejecuta las aplicaciones A_i y los servicios S_j de forma cronológicamente paralela, en la medida en que esto se requiera o se desee. Los mensajes de solicitud y de respuesta n_{ij}, n_{ji} a este respecto se envían de manera cronológicamente consecutiva a través del bus de comunicaciones C. Para documentar, verificar, validar y/o certificar el modo de funcionamiento de los módulos de aplicación y de servicio M_{Ai}, M_{Sj}, sirve de la siguiente ampliación del sistema descrita con referencia a las Fig. 2i.

65 De acuerdo con la Fig. 2i, al bus de comunicaciones C del sistema de a bordo para vehículos 2 está conectado un módulo de registro común M_{A4}. En el ejemplo representado en la Fig. 2i, el módulo de registro M_{A4} protocoliza todos los servicios S_j usados por la aplicación de tarificación de peaje A₂. La Fig. 3 muestra el diagrama de flujo de la aplicación de registro A₄ que se ejecuta en el módulo de registro M_{A4}.

En un bucle 16, el módulo de registro M_{A4} también escuchar las transmisiones en el bus de comunicaciones C. Si el módulo de registro M_{A4} a este respecto detecta un mensaje de solicitud n_{2j} dirigida por el primer módulo de aplicación M_{A2} a un módulo de servicio M_{Sj} o un mensaje de respuesta n_{j2} retornado por éste basándose en las direcciones del bus respectivamente contenidas en los mismos (rama "Y" de la decisión 16'), entonces dota al mensaje detectado n_{2j} , n_{j2} en la etapa 17 con un sello cronológico actual t_{2j} , t_{j2} y los almacena en una memoria 18. Los mensajes registrados n_{2j} , n_{j2} a este respecto también pueden comprender respectivamente los parámetros o datos transmitidos en los mismos, por ejemplo, parámetros o datos de instrucción o de resultado, según será explicado previamente.

El módulo de registro M_{A4} puede estar configurado para dotar los mensajes detectados n_{2j} , n_{j2} y los correspondientes sellos de tiempo t_{2j} , t_{j2} con una signature digital y almacenarlos con esta signature en la memoria 18. El módulo de registro M_{A4} puede ser, por ejemplo, una "smart card" o tarjeta inteligente, que contiene o constituye una signature criptográfica y que conjuntamente con su memoria 18 (o ella solamente) – a la manera de un "trusted element" o elemento de confianza – puede estar protegida criptográficamente contra el acceso no autorizado. De manera alternativa o adicional, el módulo de registro M_{A4} y/o su memoria 18 también pueden tener una protección de acceso física, por ejemplo, mediante una construcción encapsulada, tal como es conocido, por ejemplo, en el ámbito de las tarjetas SIM para teléfonos móviles.

De la misma manera que los otros módulos de aplicación M_{Ai} , el módulo de registro M_{A4} puede estar conectado al bus de comunicaciones C y detectar y registrar los mensajes n_{2j} , n_{j2} en el bus de comunicaciones C basándose en las direcciones de bus interesadas, según se indica mediante la sonda de bus 18'. De manera alternativa, el módulo de registro M_{A4} también puede estar interconectado entre el módulo de registro M_{A2} con la aplicación de tarificación de peaje A_2 y el bus de comunicaciones C, según se indica con línea intermitente en 18", y canalizar (enrutar) o dejar pasar los mensajes de solicitud y respuesta n_{2j} , n_{j2} enviados desde y hacia el módulo de aplicación de tarificación de peaje M_{A2} , y al mismo tiempo captar los mensajes para su correspondiente registro en la memoria 18.

Basándose en los registros guardados en la memoria 18 del módulo de registro M_{A4} , es posible la verificación, validación y certificación del sistema de a bordo para vehículos 2 o de los respectivos módulos y servicios. Para esto, un sistema de verificación (Performance Validation Proxy, PVP) 19, independiente del sistema de a bordo para vehículos 2, tiene acceso por lo menos temporalmente a los registros guardados en la memoria 18, por ejemplo, durante la presencia del vehículo 1 en un taller. Para este fin, la memoria 18 podría ser amovible o extraíble, o el módulo de registro M_{A4} podría tener una conexión para el sistema de verificación 19. Alternativamente, a solicitud del sistema de verificación 19 o del módulo de registro M_{A4} , los registros guardados en la memoria 18 también podrían ser enviados durante el funcionamiento del vehículo 1, por ejemplo, a través del módulo de registro M_{A4} , el bus de comunicaciones S y uno de los módulos de servicio de comunicaciones M_{S1} , M_{S2} , o algo similar, al sistema de verificación 19 para ser comprobados allí de acuerdo con uno de los procedimientos de verificación descritos subsiguientemente.

En el caso más simple, el procedimiento de verificación en el sistema de verificación 19 puede consistir en que los mensajes de respuesta n_{j2} solo se analizan con respecto a su contenido, en particular cuando ellos mismos contienen un informe de rendimiento del respectivo módulo de servicio M_{Sj} , por ejemplo, sobre el tamaño de memoria, el tiempo de cálculo o el número de núcleos de procesador requeridos para la ejecución del servicio S_j en el módulo de servicio M_{Sj} , sobre las medidas de calidad de los datos de resultado, por ejemplo, los datos de exactitud de un servicio de localización, o algo similar. Tales datos de informes de rendimiento de un módulo de servicio M_{Sj} pueden ser vigilados, por ejemplo, en relación al cumplimiento de valores límite predeterminados, para validar o certificar el sistema de a bordo para vehículos 2, así como sus módulos y servicios. Adicionalmente, el contenido de los mensajes de respuesta n_{j2} también puede ser comparado con el de otros módulos de servicio M_{Sj} , para poder efectuar, por ejemplo, comprobaciones de plausibilidad de los datos.

En una forma de realización preferente, el sistema de verificación 19 realiza sus propias verificaciones de rendimiento, según se describe a continuación.

Para esto, el sistema de verificación comienza en la etapa 20, donde el sistema de verificación 19 lee un mensaje de solicitud n_{2j} y un mensaje de respuesta correspondiente n_{j2} junto con sus respectivos sellos de tiempo t_{2j} , t_{j2} de la memoria 18. En una primera variante del procedimiento de verificación, después de esto se hace una ramificación a la etapa 21, en la que se comprueba si la diferencia entre los sellos de tiempo leídos t_{2j} , t_{j2} excede un valor límite predeterminado t_G , después de lo que el resultado de esta comprobación es usado como resultado de verificación P en la etapa 22.

De acuerdo con una variante alternativa o complementaria para las etapas 20 y 21 del procedimiento de verificación, después de la etapa 20 se hace una ramificación a la etapa 23, en la que el mensaje de solicitud leído n_{2j} para la ejecución del servicio seleccionado en el mismo S_j se envía a un módulo de servicio de referencia $M_{Sj,ref}$ (Fig. 2i) del sistema de verificación 19, que emula el servicio S_j del módulo de servicio M_{Sj} a ser verificado del sistema de a bordo 2 en un entorno independiente y certificado, para después, en la etapa 24, retornar un mensaje de respuesta de referencia $n_{j2,ref}$. En una siguiente etapa 25, el mensaje de respuesta leído n_{j2} es comparado con el mensaje de

respuesta de referencia $n_{j2,ref}$ y el resultado se provee como resultado de comparación V en la etapa 26.

De manera opcional, el resultado de verificación P y el resultado de comparación V pueden ser combinados en un resultado de evaluación B (etapa 27) los resultados P, V, B del procedimiento de verificación de acuerdo con la Fig. 3 pueden usarse entonces para validar el módulo de servicio verificado M_{Sj} y/o el módulo de aplicación solicitante M_{Ai} , o no validarlo en caso de resultados P, V, B insuficientes. Si el módulo de registro M_{A4} adoptado los registros en la etapa 17 con una signatura, el sistema de verificación 19 adicionalmente puede comprobar la autenticidad de la signatura de los mensajes de solicitud y respuesta n_{2j} , n_{j2} leídos de la memoria 18 y proveer el resultado para su consideración adicional.

La presente invención no está limitada a las formas de realización representadas, sino que comprende todas las variantes, combinaciones y modificaciones que se sitúan dentro del marco de las reivindicaciones adjuntas. Así, por ejemplo, el módulo de registro M_{A4} también podría dotar respectivamente con un sello cronológico actual t_{ij} , t_{ji} y registrar en la memoria 18 los mensajes de solicitud y de respuesta n_{ij} , n_{ji} de otros módulos de aplicación M_{Ai} no pertenecientes al módulo de aplicación de tarificación de peaje M_{A2} , y luego el sistema de verificación 19 podría aplicar su procedimiento de verificación cualesquiera módulos M_{Ai} , M_{Sj} .

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la verificación de un sistema de a bordo para vehículos mediante un sistema de verificación independiente del mismo (19),

sistema de a bordo para vehículos (2) que tiene una pluralidad de módulos (M_{Ai} , M_{Sj}) que están conectados entre sí a través de un bus de comunicaciones (C) y a los que se puede acceder mediante direcciones inequívocas, en donde los módulos (M_{Ai} , M_{Sj}) forman un primer grupo (G_A) de por lo menos dos módulos de aplicación (M_{Ai}) para ejecutar diferentes aplicaciones (A_i) y un segundo grupo (G_S) de por lo menos dos módulos de servicio (M_{Sj}) para prestar diferentes servicios (S_j), en donde cada módulo de aplicación (M_{Ai}) está configurado para dirigir un mensaje de solicitud (n_{ij}) para la prestación del servicio a través del bus de comunicaciones (C) a un módulo de servicio seleccionado (M_{Sj}), y cada módulo de servicio (M_{Sj}) está configurado para que después de una prestación de servicio devuelva un mensaje de respuesta (n_{ji}) a través del bus de comunicaciones (C) a un módulo de aplicación solicitante (M_{Ai}), en donde por lo menos un módulo de aplicación (M_{Ai}) comprende una aplicación de tarificación de peaje (A_2) y por lo menos un módulo de servicio (M_{Sj}) comprende un servicio de comunicaciones (S_1 S_2), en donde los dos módulos de aplicación (M_{Ai}) comparten por lo menos uno de los dos módulos de servicio (M_{Sj}), debido a que dirigen mensajes de solicitud (n_{ij}) a un mismo módulo de servicio (M_{Sj}), y en donde el sistema de a bordo para vehículos (2) comprende adicionalmente un módulo de registro (M_{A4}), que está configurado para registrar los mensajes de solicitud (n_{2j}) dirigidos por el primer módulo de aplicación (M_{A2}) durante el funcionamiento del vehículo a un módulo de servicio (M_{Sj}), así como los mensajes de respuesta (n_{j2}) devueltos por el mismo durante el funcionamiento del vehículo, y registrarlos de manera legible, y respectivamente provistos con un sello cronológico actual (t_{2i} , t_{j2}), en una memoria (18) de un sistema de verificación independiente del sistema de a bordo para vehículos (2) para su verificación, y sistema de verificación (19) que tiene un acceso por lo menos temporal a la memoria (18) del módulo de registro (M_{A4}), que comprende las siguientes etapas:

leer (20) un mensaje de solicitud (n_{2j}) y un mensaje de respuesta correspondiente (n_{j2}), que son captados respectivamente durante el funcionamiento del vehículo, junto con sus respectivos sellos cronológicos (t_{2i} , t_{j2}) de la memoria de datos (18),

verificar (21) si la diferencia de los sellos cronológicos leídos (t_{2i} , t_{j2}) excede de un valor límite predeterminado (t_c) y suministrar (22) el resultado de la verificación (P).

2. Procedimiento para la verificación de un sistema de a bordo para vehículos mediante un sistema de verificación independiente del mismo (19),

sistema de a bordo para vehículos (2) que tiene una pluralidad de módulos (M_{Ai} , M_{Sj}) que están conectados entre sí a través de un bus de comunicaciones (C) y a los que se puede acceder mediante direcciones inequívocas, en donde los módulos (M_{Ai} , M_{Sj}) forman un primer grupo (G_A) de por lo menos dos módulos de aplicación (M_{Ai}) para ejecutar diferentes aplicaciones (A_i) y un segundo grupo (G_S) de por lo menos dos módulos de servicio (M_{Sj}) para prestar diferentes servicios (S_j), en donde cada módulo de aplicación (M_{Ai}) está configurado para dirigir un mensaje de solicitud (n_{ij}) para la prestación del servicio a través del bus de comunicaciones (C) a un módulo de servicio seleccionado (M_{Sj}), y cada módulo de servicio (M_{Sj}) está configurado para que después de una prestación de servicio devuelva un mensaje de respuesta (n_{ji}) a través del bus de comunicaciones (C) a un módulo de aplicación solicitante (M_{Ai}), en donde por lo menos un módulo de aplicación (M_{Ai}) comprende una aplicación de tarificación de peaje (A_2) y por lo menos un módulo de servicio (M_{Sj}) comprende un servicio de comunicaciones (S_1 S_2), en donde los dos módulos de aplicación (M_{Ai}) comparten por lo menos uno de los dos módulos de servicio (M_{Sj}), debido a que dirigen mensajes de solicitud (n_{ij}) a un mismo módulo de servicio (M_{Sj}), y en donde el sistema de a bordo para vehículos (2) comprende adicionalmente un módulo de registro (M_{A4}), que está configurado para registrar los mensajes de solicitud (n_{2j}) dirigidos por el primer módulo de aplicación (M_{A2}) durante el funcionamiento del vehículo a un módulo de servicio (M_{Sj}), así como los mensajes de respuesta (n_{j2}) devueltos por el mismo durante el funcionamiento del vehículo, y registrarlos de manera legible, y respectivamente provistos con un sello cronológico actual (t_{2i} , t_{j2}), en una memoria (18) de un sistema de verificación independiente del sistema de a bordo para vehículos (2) para su verificación, y sistema de verificación (19) que tiene un acceso por lo menos temporal a la memoria (18) del módulo de registro (M_{A4}) y por lo menos un módulo de servicio de referencia ($M_{Sj,ref}$) para prestar el servicio (S_j) de un módulo de servicio a ser verificado (M_{Sj}) del sistema de a bordo para vehículos (2), que comprende las siguientes etapas:

leer (20) un mensaje de solicitud (n_{2j}) dirigido al módulo de servicio (M_{Sj}) a ser verificado y el mensaje de respuesta correspondiente (n_{j2}) de la memoria de datos (18),

enviar (23) el mensaje de solicitud leído (n_{2j}) para la prestación del servicio al módulo de servicio de referencia ($M_{Sj,ref}$) y recibir (24) un mensaje de respuesta de referencia ($n_{j2,ref}$) retornado en relación a ello del módulo de servicio de referencia ($M_{Sj,ref}$),

comparar (25) el mensaje de respuesta leído (n_{j2}) con el mensaje de respuesta de referencia ($n_{j2,ref}$) y suministrar (26) el resultado de la comparación (V).

3. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado por que** el resultado de la verificación (P)

y el resultado de la comparación (V) se combinan en un resultado de evaluación (B).

4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, estando el módulo de registro (M_{A4}) configurado para dotar los registros de una signatura, **caracterizado por que** además se comprueba la autenticidad de la
5 signatura de los mensajes de solicitud y de respuesta (n_{2i} , n_{j2}) leídos de la memoria (18).

5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** la mencionada lectura del contenido de la memoria se efectúa mediante la transmisión inalámbrica del contenido de la memoria desde el sistema de a bordo del vehículo (2) al sistema de verificación (19).
10

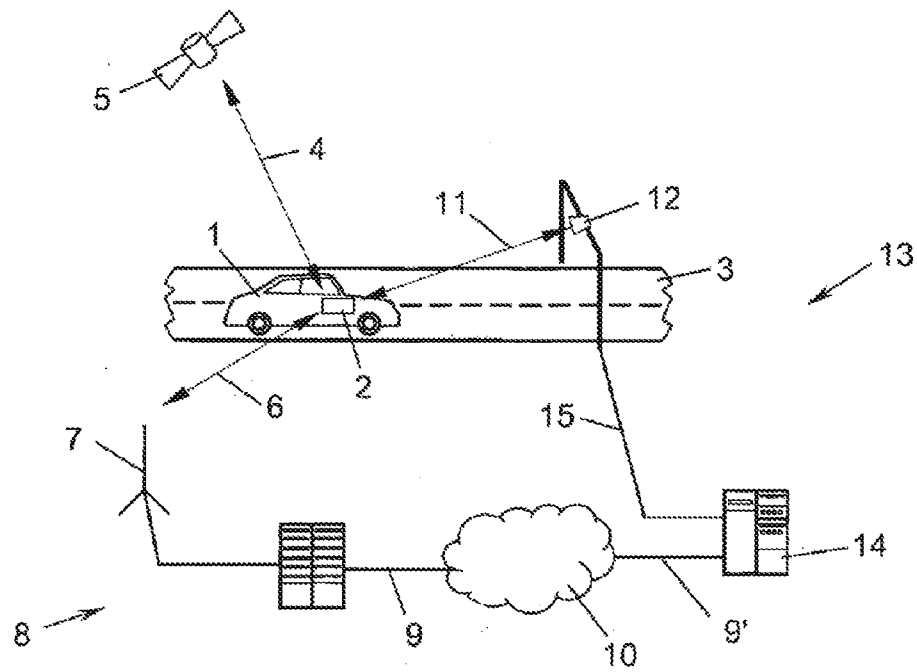


Fig. 1

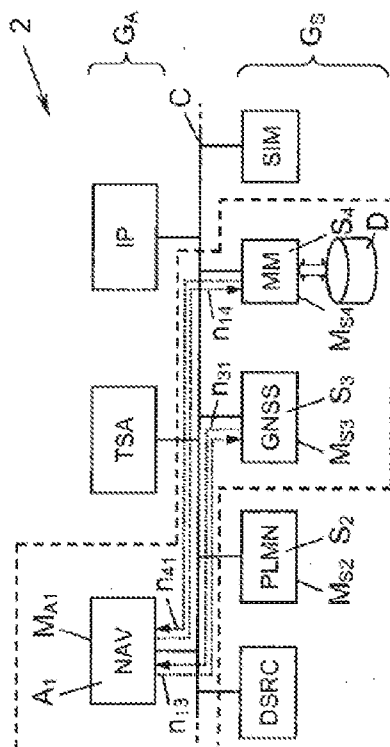


Fig. 2a

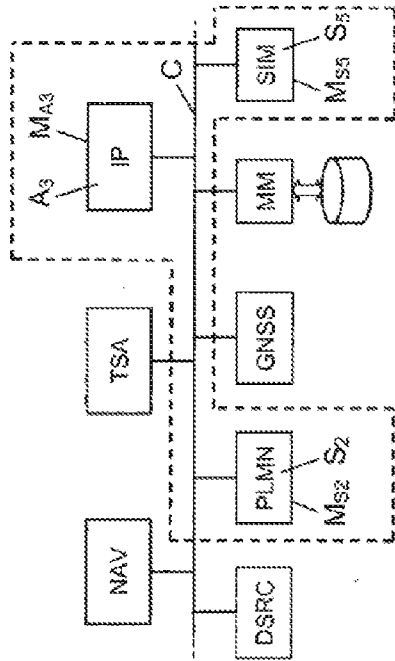


Fig. 2b

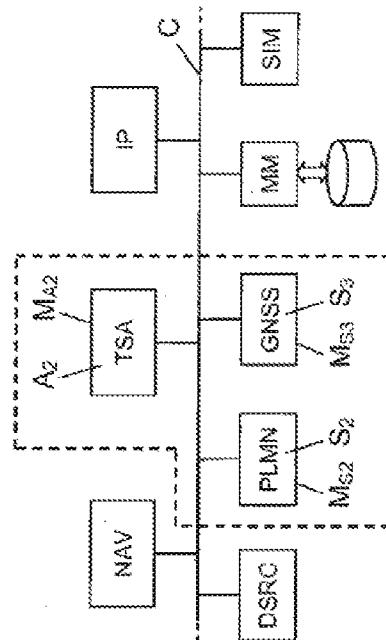


Fig. 2c

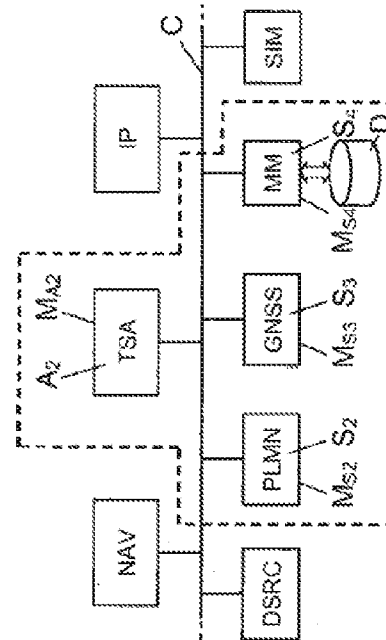


Fig. 2d

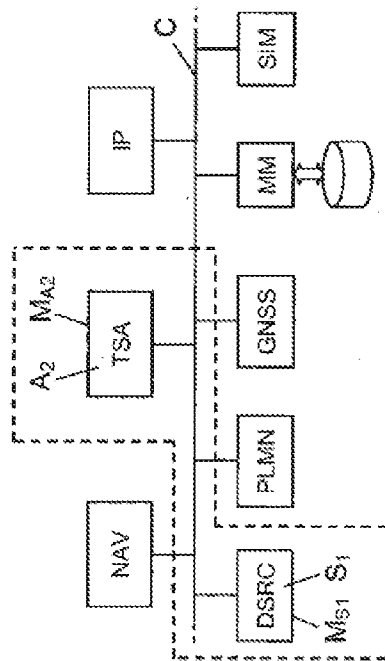


Fig. 2f

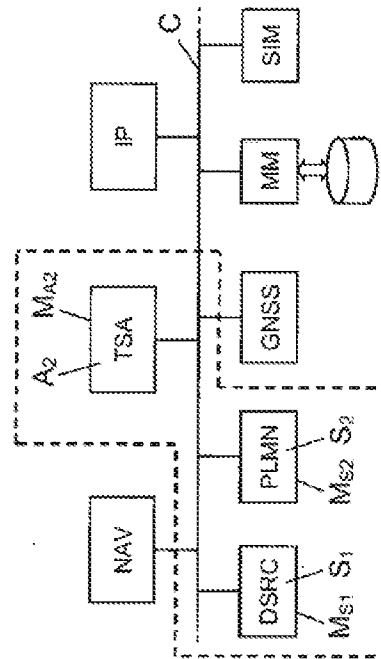


Fig. 2h

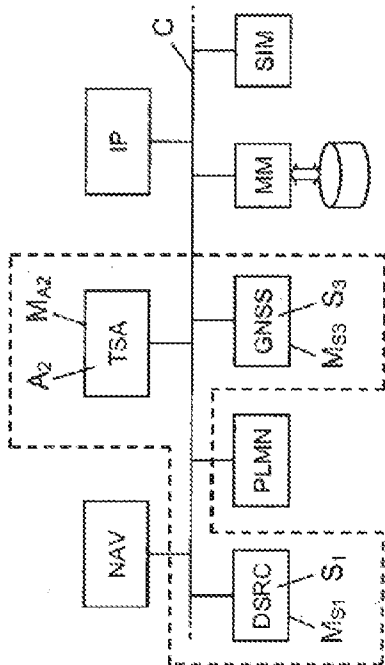


Fig. 2e

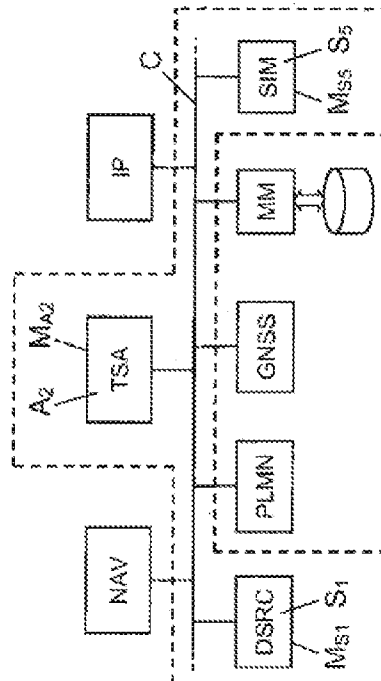


Fig. 2g

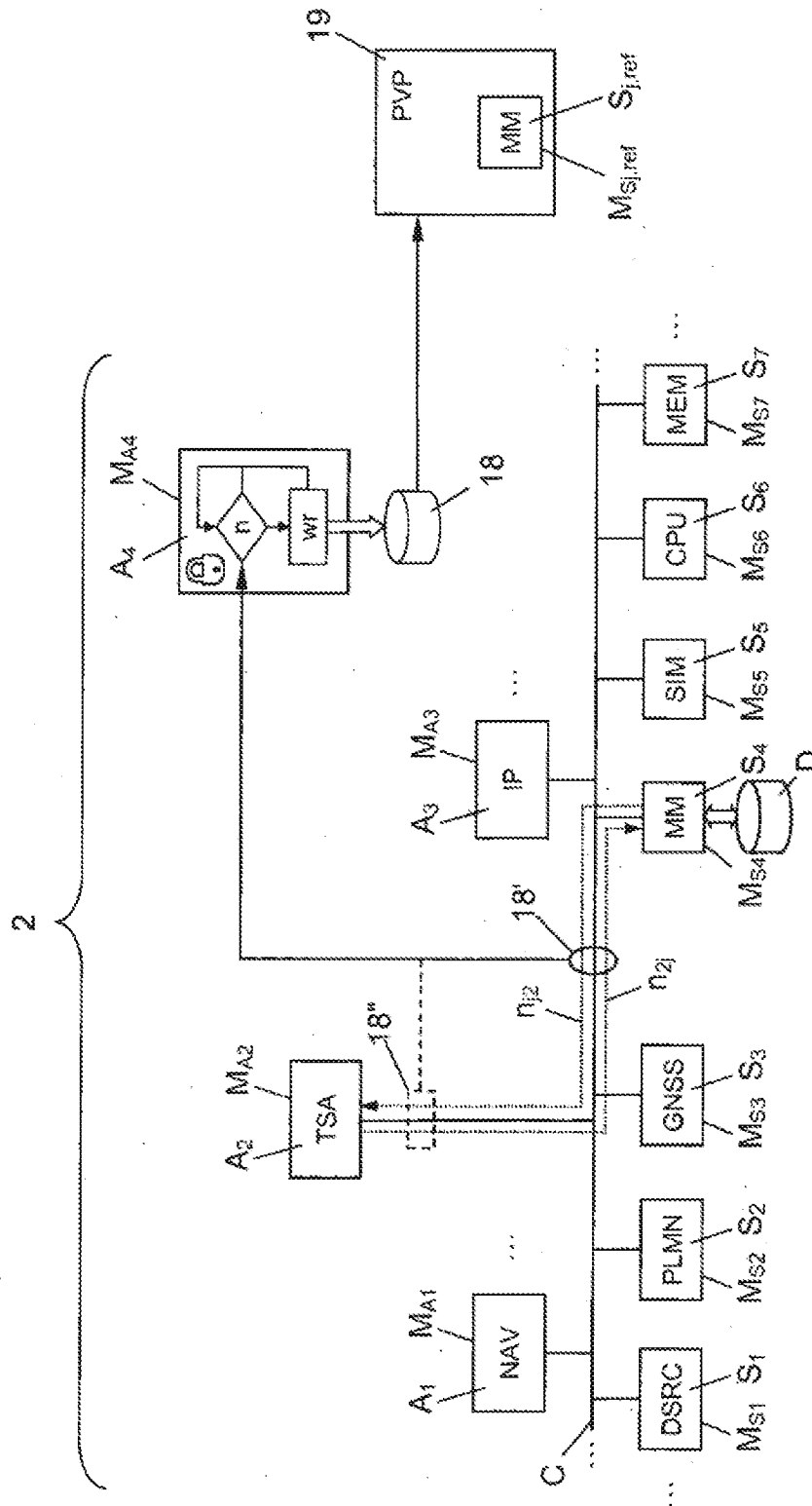


Fig. 2i

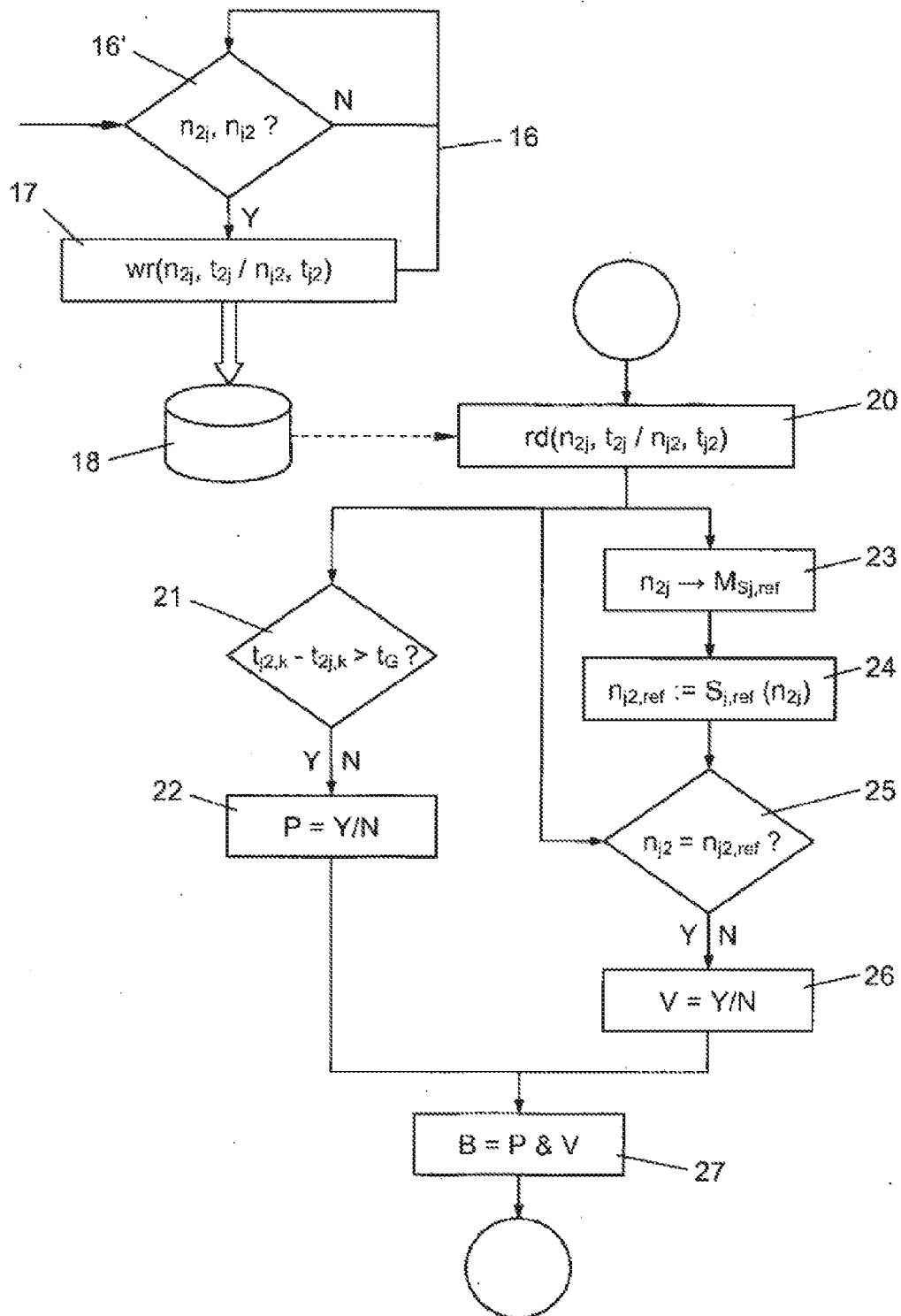


Fig. 3