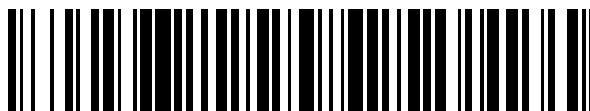


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 727 864**

51 Int. Cl.:

**B60W 30/12** (2006.01)

**B60W 30/16** (2012.01)

**B60W 50/08** (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.09.2014 E 14003341 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2019 EP 2862767**

54 Título: **Vehículo a motor y procedimiento para controlar un vehículo a motor**

30 Prioridad:

**16.10.2013 DE 102013017212**

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

**21.10.2019**

73 Titular/es:

**AUDI AG (100.0%)  
85045 Ingolstadt, DE**

72 Inventor/es:

**DANZL, MARTIN;  
WÜST, SABINE;  
GOLLEWSKI, TORSTEN;  
KIENZL, GEORG;  
HAGEMANN, FRANZ-MICHAEL;  
SIEDERSBERGER, KARL-HEINZ;  
MIEHLING, THOMAS y  
KUNSCH, PETER**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 727 864 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Vehículo a motor y procedimiento para controlar un vehículo a motor

La presente invención hace referencia a un vehículo a motor que comprende al menos un sistema de asistencia al conductor, en donde el vehículo a motor puede controlarse en un primer modo de funcionamiento del sistema de asistencia al conductor mediante un conductor.

Los vehículos a motor modernos disponen de una pluralidad de sistemas de asistencia al conductor que se utilizan para incrementar la seguridad de conducción y/o el confort de conducción. En particular se conocen sistemas de asistencia al conductor que, en función de un estado real del vehículo a motor, intervienen en el control de los sistemas del vehículo, como por ejemplo sistemas antibloqueo o sistemas de estabilización de la tracción. Se conocen también sistemas de confort como sistemas de advertencia de salida de carril o sistemas de regulación automática de distancia que, a partir de datos de nodo ego y datos del entorno de un vehículo, calculan predicciones sobre situaciones de conducción futuras y controlan el vehículo a motor en correspondencia con esas predicciones. Es conocido el hecho de que esos sistemas de control parcialmente autónomos realizan tareas de control frecuentemente con un tiempo de reacción más reducido y con una precisión más elevada que un conductor humano. De este modo, una condición de conducción autónoma, en muchas situaciones de conducción, puede ocasionar un comportamiento de conducción mejorado del vehículo en comparación con un control mediante un conductor humano.

Para aprovechar las ventajas del control más rápido y preciso del vehículo a motor en el caso de una condición de conducción autónoma, para mejorar la seguridad, es conocido el hecho de utilizar sistemas que detectan las colisiones inminentes con otros vehículos a motor e intentan evitar esas colisiones, así como reducir los efectos de las colisiones.

Pero si un sistema de asistencia al conductor interviene en el suceso de conducción cuando una colisión es muy inminente, con frecuencia ya no es posible evitar esa colisión.

Por lo tanto, algunos sistemas de asistencia al conductor ya intervienen en la condición de conducción cuando se presenta una situación de conducción en la cual una parte de los conductores de vehículos a motor no reacciona correctamente y, con ello, potencialmente puede provocar una situación en la cual exista un riesgo de colisión. Una situación de esa clase es en particular el apartamiento de la carretera. Ya en el caso de un apartamiento mínimo de la carretera los conductores con frecuencia reaccionan de forma excesiva y corrigen la dirección de forma brusca. Sin embargo, esto puede acarrear el hecho de que el vehículo a motor sea direccionado hacia la circulación en sentido contrario y/o que comience a deslizarse sobre la calzada. Por lo tanto, esa conducción brusca en el caso de un apartamiento de la carretera aumenta en alto grado el riesgo de una inminente colisión.

Se conocen sistemas que al detectar un apartamiento de la carretera limitan los posibles ángulos de viraje para impedir un direccionamiento demasiado brusco por parte del conductor, el cual aumenta el riesgo de que se produzca un accidente. Una limitación del intervalo de direccionamiento en el caso de un apartamiento de la carretera, sin embargo, limita las posibilidades de conducción mediante las cuales el vehículo a motor puede retornar a la carretera. Por lo tanto, en la utilización de un sistema de esa clase, para el conductor con frecuencia no es posible reaccionar de forma óptima frente a una situación de tráfico circundante.

Sistemas de esa clase se conocen por ejemplo por las solicitudes DE102009050941 A1, DE102011121440A1, DE102008040077A1 y DE10201111895A1.

De este modo, el objeto de la presente invención consiste en proporcionar un vehículo a motor que presente un sistema de asistencia al conductor mejorado en comparación con lo mencionado.

Según la invención, el objeto se soluciona mediante un vehículo a motor de la clase mencionada en la introducción, en el cual el sistema de asistencia al conductor, en el caso de un inminente abandono de la calzada, determinado mediante la evaluación de datos de nodo ego relativos al vehículo a motor y/o de datos del entorno relativos al entorno del vehículo, con una probabilidad que supera una probabilidad mínima predeterminada, y/o que ha tenido lugar, está configurado para pasar temporalmente a un segundo modo de funcionamiento, de manera que el direccionamiento del vehículo a motor, sin una posibilidad de intervención mediante el conductor, tiene lugar de forma autónoma mediante el sistema de asistencia al conductor, en donde el sistema de asistencia al conductor, en el segundo modo de funcionamiento, está configurado para determinar una posición dentro de la calzada como posición de destino para la condición de conducción autónoma, en la cual la situación de tráfico que se predice, a saber, el trazado de la carretera, permite una restitución segura al conductor de la conducción del vehículo.

La invención se basa en la idea de dejar al conductor la mayor libertad de acción posible en la condición de conducción "normal", pero en el caso de situaciones de conducción en las cuales el vehículo a motor ya ha abandonado la calzada o en las cuales es muy probable un abandono próximo de la calzada, realizar el direccionamiento del vehículo a motor temporalmente de forma completamente autónoma, es decir, guiar el vehículo a motor sin una posibilidad de intervención del conductor.

5 Un abandono de la calzada o la circulación por una trayectoria que con gran probabilidad implique el abandono de la calzada, por ejemplo, pueden ser detectados mediante una evaluación de datos de imagen de al menos una cámara dispuesta en el vehículo a motor. Por ejemplo, una cámara frontal, en base a una sucesión de una pluralidad de imágenes, puede determinar tanto la posición de la delimitación de la carretera, como también la dirección de desplazamiento y la velocidad del vehículo a motor. De este modo, puede determinarse de forma directa si se pasa una delimitación de la calzada y si el vehículo a motor abandona la carretera. También puede predecirse si el vehículo a motor, en el caso de mantenerse la dirección, dentro de un intervalo de tiempo predeterminado de por ejemplo unos 100 ms, abandonará la calzada.

10 Del mismo modo, la posición y el desplazamiento del vehículo a motor con respecto a la delimitación de la calzada, pueden determinarse en base a información de posición de un dispositivo de determinación de posición, por ejemplo de un sistema GPS, en donde pueden compararse los datos de posición con datos de mapas de alta resolución que se encuentran presentes en el vehículo a motor o a los cuales puede accederse de forma inalámbrica.

15 Naturalmente puede utilizarse también una pluralidad de otros sensores e información para detectar un abandono de la calzada ya ocurrido o inminente. De este modo, por ejemplo, los datos de los sensores de la velocidad de rotación de las ruedas pueden evaluarse para determinar modificaciones repentinas del deslizamiento de una rueda, lo cual igualmente puede ser un indicio del abandono de la calzada.

20 Se conoce una pluralidad de diferentes sensores para determinar datos del entorno en distintos dispositivos de determinación de posición. También son conocidos por el experto métodos para calcular un modelo del entorno, así como un modelo dinámico a partir de datos de nodo ego y de datos del entorno que se encuentran presentes. Naturalmente, también esos sensores y métodos conocidos pueden usarse en el vehículo a motor según la invención, en tanto los mismo permitan determinar o bien predecir una posición o una posición y un desplazamiento del vehículo a motor, con respecto a una delimitación de la calzada.

25 El área que es detectada como calzada, en el vehículo a motor según la invención, en particular puede ser diferente o regularse de forma diferente también en función del vehículo a motor, o puede depender de otra información, como por ejemplo de un tipo de conducción seleccionada o predeterminada. De este modo, en el caso de una conducción deportiva, habitualmente la carretera se utiliza hasta el borde, y también es posible que sea válido circular por bordillos o áreas del borde, y que éstos también puedan utilizarse. Por otra parte, en el caso de una conducción más bien orientada al confort está previsto mantener una cierta distancia mínima con respecto a una delimitación de la calzada. Por lo tanto, el direccionamiento repentino y brusco al abandonarse la calzada, mencionado en la introducción, el cual puede conducir a situaciones de riesgo, en el caso de ese tipo de conductores, puede esperarse mucho antes del abandono de la calzada. Esas diferentes formas de conducción pueden considerarse debido a que se ajusta la probabilidad mínima para el abandono de la calzada, a partir de la cual el sistema de asistencia al conductor cambia al segundo modo de funcionamiento, de manera que en el caso de la determinación de la delimitación de la calzada se calcula un área adicional con respecto a la calzada o se excluye una cierta área de seguridad del área considerada como calzada.

35 En el vehículo a motor según la invención, preferentemente, debe lograrse que la condición de conducción del vehículo a motor en el segundo modo de funcionamiento continúe tanto como sea posible. Por lo tanto, en el caso de que el sistema de asistencia al conductor determine que el vehículo a motor puede retornar a la calzada de forma segura, el vehículo a motor, desde el sistema de asistencia al conductor, preferentemente es reconducido a la calzada de modo que se afecte lo menos posible la condición de conducción.

45 Una característica esencial del vehículo a motor según la invención es que el direccionamiento autónomo del vehículo a motor sólo tiene lugar de manera temporal. De este modo, el sistema de asistencia al conductor puede restituir nuevamente al conductor el direccionamiento del vehículo a motor, tan pronto como ello sea posible en las circunstancias dadas. El sistema de asistencia al conductor del vehículo a motor según la invención, por lo tanto, interviene en una situación en la cual exista una alta probabilidad de que un conductor del vehículo a motor reaccione de forma incorrecta, lleve al vehículo a motor preferentemente a una situación de conducción en la cual sea posible una restitución al conductor del direccionamiento, y a continuación transfiere nuevamente al conductor el direccionamiento del vehículo a motor.

50 Un direccionamiento autónomo del vehículo a motor puede realizarse especialmente bien cuando el vehículo a motor dispone de un control steer-by-wire o bien drive-by-wire (dirección o accionamiento controlados electromecánicamente), en el cual el movimiento del volante y el direccionamiento de las ruedas están desacoplados mecánicamente. En ese caso, el volante puede desacoplarse del direccionamiento durante la condición de conducción autónoma. Al finalizar la condición de conducción autónoma puede asegurarse que se correspondan el ángulo de viraje y el ángulo del volante, y que el volante pueda acoplarse nuevamente al direccionamiento.

55 El objeto esencial del direccionamiento autónomo es controlar el vehículo a motor nuevamente sobre la calzada o mantenerlo en la calzada. Por lo tanto, el sistema de asistencia al conductor, en el segundo modo de funcionamiento, está configurado para determinar una posición dentro de la calzada como posición de destino para la condición de conducción autónoma.

Naturalmente, junto con la posición de destino pueden establecerse además otros parámetros-objetivo para la condición de conducción autónoma.

De este modo, el sistema de asistencia al conductor puede estar configurado para determinar una posición en la cual un ángulo azimutal que se predice entre el vehículo a motor y la calzada no alcanza un valor máximo predeterminado. El objeto del direccionamiento autónomo del vehículo a motor es que el vehículo a motor pase a una situación de conducción en la cual no sea inminente un abandono inmediato de la calzada ni un cambio de carril no deseado, en donde particularmente debe evitarse que el vehículo a motor se desplace sobre un carril en sentido contrario. Al mismo tiempo, el vehículo a motor tiene que ser conducido a un estado de conducción controlado, por tanto, no debe sufrir un deslizamiento sobre la calzada. Puesto que en el ámbito de la restitución de la conducción del vehículo a un conductor debe contarse con un tiempo de reacción prolongado del conductor frente a una situación de tráfico, el vehículo a motor debe por tanto llevarse a una situación de conducción en la cual el mismo, sobre la calzada, siga esencialmente un carril. No obstante, el seguimiento de un carril corresponde mayormente a un ángulo azimutal reducido entre la calzada y el vehículo a motor.

El sistema de asistencia al conductor está configurado para determinar la posición de destino de manera que en la posición de destino la situación de tráfico que se predice, a saber, el curso del tramo, permita una restitución segura al conductor de la conducción del vehículo. En el vehículo a motor según la invención al menos el direccionamiento del vehículo a motor tiene lugar de forma completamente autónoma, es decir que el conductor no tiene ninguna posibilidad de intervención durante el período del funcionamiento del sistema de asistencia al conductor en el segundo modo de funcionamiento. Esto es particularmente sencillo en el caso de la utilización de sistemas drive – by wire, en los cuales el direccionamiento de las ruedas está desacoplado completamente de forma mecánica del movimiento del volante. En particular en el caso de los sistemas de esa clase se considera ventajoso que una restitución al conductor del control del vehículo a motor tenga lugar en una situación en la cual se necesite la menor cantidad de movimientos posible, puesto que antes de un nuevo acoplamiento del volante al direccionamiento de las ruedas debe tener lugar un ajuste del ángulo de viraje al ángulo del volante. El ajuste del ángulo del volante, así como del ángulo de viraje, sin embargo, tiene lugar durante un cierto intervalo de tiempo y puede conducir a perturbaciones de la trayectoria de conducción. Esto puede compensarse en gran medida cuando la restitución tiene lugar en un área adecuada, en donde se considera especialmente ventajoso que el tramo sea relativamente recto y que se observe una distancia mínima predeterminada con respecto a otros participantes del tráfico.

El sistema de asistencia al conductor en particular puede estar configurado para conmutar desde el segundo hacia el primer modo de funcionamiento en caso de presentarse al menos una condición de restablecimiento, en donde la condición o una de las condiciones de restablecimiento es que el vehículo a motor se encuentre completamente sobre la calzada y/o que se no se alcance un ángulo azimutal predeterminado entre el vehículo y la calzada y/o que la situación de tráfico permita una restitución segura al conductor del control del vehículo y/o que se haya alcanzado la posición de destino.

Del modo antes explicado, el objeto de la conducción autónoma es mantener el vehículo a motor en la calzada o conducirlo de regreso a la calzada, en donde en particular el mismo debe seguir el curso de la carretera. De este modo, se considera ventajoso conmutar nuevamente al primer modo de funcionamiento y, con ello, restituir el direccionamiento del vehículo a motor al conductor, cuando el mismo haya alcanzado esos dos objetos, el vehículo a motor se encuentre completamente sobre la calzada y el ángulo azimutal sea reducido. Además, de manera ventajosa, debe ser posible una restitución segura al conductor, por lo cual al evaluar la condición de restablecimiento debe considerarse la situación de tráfico. Del modo antes explicado, es posible que esas condiciones ya se verifiquen al determinarse la posición de destino. Por lo tanto, de manera alternativa o complementaria, como condición de restablecimiento puede utilizarse el hecho de que se haya alcanzado la posición de destino. Naturalmente, antes de un restablecimiento, de manera complementaria, puede verificarse que no se encuentren presentes las condiciones para la conmutación al segundo modo de funcionamiento.

En caso de cumplirse las condiciones de restablecimiento mencionadas, antes del cambio al primer modo de funcionamiento, también es posible esperar a una entrada del conductor que indique una intención para un traspaso del control del vehículo. De este modo puede indicarse al conductor que debe tener lugar un traspaso del control.

En el caso de una conducción autónoma en el segundo modo de funcionamiento es posible que el vehículo a motor sea conducido en una trayectoria calculada previamente, al menos en algunas secciones. Por lo tanto, se considera ventajoso que el sistema de asistencia al conductor esté configurado para determinar una trayectoria de control entre la posición momentánea del vehículo a motor y la posición de destino, y para controlar el vehículo a motor a lo largo de la trayectoria de control en el segundo modo de funcionamiento.

Para determinar las trayectorias para la conducción autónoma es conocida una pluralidad de algoritmos. De manera especialmente ventajosa pueden usarse los así llamados algoritmos "best - first". En esa clase de algoritmos de búsqueda se calculan primero trayectorias que probablemente conducen a un recorrido especialmente corto o especialmente rápido hacia el destino. Por ejemplo puede utilizarse un algoritmo A\*. Naturalmente pueden utilizarse también otros algoritmos conocidos en el estado de la técnica para determinar trayectorias de control en el caso de una conducción autónoma en el vehículo a motor según la invención.

Mediante el direccionamiento autónomo explicado del vehículo a motor, el vehículo a motor ya puede mantenerse en la calzada en una pluralidad de situaciones de conducción, así como puede ser conducido de regreso a la calzada, sin poner en riesgo a otros participantes del tráfico. No obstante, en el segundo modo de funcionamiento, se considera ventajoso controlar otros sistemas de conducción de forma autónoma mediante el sistema de asistencia al conductor. De este modo, el sistema de asistencia al conductor, en el segundo modo de funcionamiento, puede estar configurado para el control autónomo de los sistemas de frenado y/o del motor y/o de la caja de cambios, preferentemente automática, del vehículo a motor, sin una posibilidad de intervención mediante el conductor. En particular, todo el direccionamiento transversal o todo el direccionamiento longitudinal y transversal del vehículo a motor pueden tener lugar mediante el sistema de asistencia al conductor. En ese caso, el vehículo a motor puede desplazarse a lo largo de cualquier trayectoria que pueda ser transitada físicamente por el vehículo a motor. Lo mencionado se considera ventajoso, ya que en el caso de un direccionamiento exclusivamente autónomo del vehículo intervenciones imprevistas del conductor en otros sistemas de control pueden perturbar el direccionamiento del vehículo a motor a lo largo de la trayectoria deseada. Un direccionamiento transversal, o transversal y longitudinal completamente autónomo del vehículo a motor posibilita además una intervención más flexible del sistema de asistencia al conductor en el caso de situaciones variables, de manera que la trayectoria del vehículo a motor, en particular en el caso de situaciones de tráfico que se presentan de forma inesperada, puede adecuarse de forma mejorada y más rápida.

Cuando el sistema de asistencia al vehículo interviene también en el direccionamiento longitudinal del vehículo a motor pueden determinarse también velocidades objetivo para el direccionamiento del vehículo a motor a lo largo de la trayectoria de control. De este modo pueden determinarse las posiciones y velocidades de otros vehículos a motor, en particular mediante sensores dispuestos en el vehículo a motor y/o mediante comunicación de vehículo a vehículo, y las velocidades objetivo pueden determinarse de modo que al retornar a la carretera el otro flujo de tráfico no resulte afectado o sólo resulte afectado de forma mínima.

Una experiencia de conducción particularmente cómoda se alcanza cuando esencialmente se mantiene la velocidad del vehículo a motor, es decir, en tanto eso sea posible de forma segura y corresponda a las normas de circulación vigentes; por lo tanto la velocidad del vehículo a motor, al finalizar la condición de conducción autónoma, esencialmente corresponde a la velocidad del vehículo a motor al comenzar la condición de conducción autónoma, así como al abandonar la calzada.

Algunos sistemas de vehículos a motor habitualmente no pueden ser controlados directamente por un conductor. Por ejemplo, en algunos vehículos a motor las ruedas del vehículo a motor pueden frenar de forma individual, en donde sin embargo no se prevé ninguna posibilidad de manejo para un conductor. Por lo tanto, en particular es posible que el sistema de asistencia al conductor esté configurado para controlar de forma autónoma al menos un sistema del vehículo, cuyo control no sea posible directamente mediante un conductor, en particular un dispositivo de frenado para ruedas individuales.

Para alcanzar una reconducción óptima del vehículo a motor hacia la calzada, con frecuencia es ventajoso que especialmente se puedan conducir con radios de giro de margen estrecho, así como que el vehículo a motor pueda conducirse de manera que el vehículo se desplace esencialmente en paralelo, sin variar su ángulo azimutal. Para posibilitar una conducción de esa clase del vehículo a motor, se considera ventajoso que el vehículo a motor presente al menos una rueda trasera orientable, en donde el sistema de asistencia al conductor, en el segundo modo de funcionamiento, está configurado para controlar el ángulo de dirección de la rueda trasera orientable.

En los vehículos a motor con direccionamiento de la rueda trasera es frecuente el direccionamiento de la rueda trasera, en particular en función de un estado de conmutación o estado de conducción del vehículo a motor, en particular de la velocidad, acoplado al direccionamiento de la rueda delantera. Habitualmente, en el caso de velocidades más elevadas, la rueda trasera es guiada en el mismo sentido que la rueda delantera, de manera que es posible un desplazamiento paralelo del vehículo a motor con una variación sólo reducida del ángulo azimutal. En el caso de velocidades reducidas se posibilitan radios de giro especialmente reducidos, guiándose las ruedas traseras en sentido opuesto con respecto a las ruedas delanteras. Para una reconducción rápida y confortable de un vehículo a motor en una calzada, sin embargo, se considera ventajoso que el sistema de asistencia al conductor, en el segundo modo de funcionamiento, esté configurado para el control separado de un ángulo de viraje de al menos una rueda delantera y de un ángulo de giro de al menos una rueda trasera. En los vehículos a motor que presentan dos ruedas delanteras y dos ruedas traseras, el direccionamiento de las dos ruedas delanteras, así como el direccionamiento de las dos ruedas traseras, puede controlarse respectivamente en común. En ese caso, el direccionamiento de la rueda trasera del vehículo a motor puede usarse como parámetro independiente en el ámbito de la optimización de una trayectoria de control.

En el caso de un funcionamiento del sistema de asistencia al conductor en el segundo modo, se le eliminan al conductor al menos algunas partes del proceso de conducción del vehículo a motor. Además pueden producirse aceleraciones inesperadas en la dirección longitudinal o transversal del vehículo a motor. Por lo tanto, se considera ventajoso que el sistema de asistencia al conductor esté configurado para activar un dispositivo indicador para proporcionar un aviso acústico, con tecnología háptica y/u óptico en el caso de la conmutación al segundo modo de funcionamiento y/o antes de conmutar al primer modo de funcionamiento, como aviso para un traspaso del control al

conductor. Un aviso sobre el traspaso del control se considera ventajoso para indicar al conductor que el mismo ahora tiene que ser responsable nuevamente de la conducción del vehículo a motor.

5 El vehículo a motor puede presentar un dispositivo de comunicaciones para la comunicación inalámbrica de vehículo a vehículo y/o para la comunicación inalámbrica de vehículo a infraestructura, en donde el sistema de asistencia al conductor está configurado para determinar datos del entorno mediante la activación del dispositivo de comunicaciones para la comunicación con fuentes de información, y/o para la comunicación con otros vehículos a motor para la transmisión de avisos de advertencia, en particular en el caso de la conmutación al segundo modo de funcionamiento. En particular, mediante el dispositivo de comunicaciones puede recibirse información sobre al menos otro vehículo a motor, por ejemplo sobre su posición, velocidad, ángulo de viraje, trayectoria y/o maniobra planificada. Con esa información puede mejorarse la predicción de movimiento para ese vehículo a motor, debido a lo cual es posible una planificación más fiable de la propia condición de conducción. Sin embargo, mediante el dispositivo de comunicaciones también es posible acceder a bases de datos externas. Las bases de datos en particular pueden reemplazar o completar información en un sistema de navegación propio del vehículo. Para el cálculo fiable de las trayectorias se necesita información exacta sobre el curso de la calzada, en particular los ángulos de inclinación, las pendientes, los radios de las curvas y similares. Si los datos de esa clase no están almacenados en el vehículo a motor o en un sistema de navegación, entonces, en particular con una cierta distancia temporal previa, antes de transitar por la sección de la carretera correspondiente, pueden extraerse de forma inalámbrica desde una base de datos.

20 Se considera especialmente ventajoso proporcionar una señal de advertencia a otros vehículos, ya que en el segundo modo de funcionamiento el vehículo a motor propio ya ha abandonado la calzada o un abandono de la calzada tendrá lugar con una alta probabilidad. De este modo, en el segundo modo de funcionamiento, con una gran probabilidad, se realizan maniobras de conducción imprevistas o maniobras de conducción en los límites físicos del vehículo a motor. Por lo tanto, para otro vehículo a motor resulta ventajoso mantener una distancia de seguridad adicional con respecto al vehículo a motor propio.

25 También es posible que el dispositivo de comunicaciones transmita indicaciones de conducción a los otros vehículos a motor. Esto puede tener lugar en situaciones en las cuales no es posible una reconducción controlada hacia la calzada. En ese caso, con el aviso de conducción puede transmitirse una información de prioridad que indica que el vehículo a motor se encuentra en una situación de emergencia.

30 De este modo es posible que el vehículo a motor y/o que los otros vehículos a motor estén diseñados para seguir indicaciones de conducción que se transmitan con una información de prioridad, en tanto eso sea posible de forma segura. Si al menos otro vehículo a motor sigue la indicación de conducción, entonces debido a ello puede ser posible detener el vehículo a motor propio de forma segura o reconducirlo a la carretera.

35 Después de evitar de forma exitosa el abandono de la calzada o después de una reconducción del vehículo a motor hacia la calzada debe tener lugar una restitución al conductor de la conducción del vehículo y, con ello, una conmutación desde el segundo modo de funcionamiento hacia el primer modo de funcionamiento. El sistema de asistencia al conductor, en el caso de una conmutación desde el segundo modo de funcionamiento al primer modo de funcionamiento, puede estar configurado para esperar una entrada de un conductor para el traspaso del control al conductor y para una conmutación al primer modo sólo después de una acción detectable del conductor, que indica una readmisión. Esto se considera especialmente ventajoso, ya que en ese caso el vehículo a motor continúa conduciéndose de forma autónoma mediante el sistema de asistencia al conductor, hasta que esté asegurado que el conductor efectivamente asume la conducción del vehículo a motor. En situaciones de conducción en las cuales es posible una conmutación hacia el primer modo de funcionamiento, en particular es posible proporcionar un aviso al conductor, para indicarle que tiene que asumir la conducción del vehículo a motor.

45 Además, la invención hace referencia a un procedimiento para controlar un vehículo a motor, el cual comprende al menos un sistema de asistencia al conductor, en donde el vehículo a motor, en un primer modo de funcionamiento del sistema de asistencia al conductor, puede ser controlado por un conductor, el cual comprende los pasos:

- registro de datos de nodo ego relativos al vehículo a motor y/o de datos del entorno relativos al entorno del vehículo a motor,
- determinación de si el vehículo a motor ha abandonado una calzada o de si abandonará la calzada en el futuro próximo con una probabilidad que supera una probabilidad mínima predeterminada, mediante la evaluación de los datos de nodo ego y/o de los datos del entorno mediante el sistema de asistencia al conductor, y en ese caso
- conmutación temporal del sistema de asistencia al conductor al segundo modo de funcionamiento, y
- direccionamiento autónomo del vehículo a motor sin una posibilidad de intervención del conductor, mediante el sistema de asistencia al conductor en el segundo modo de funcionamiento,

55 en donde mediante el sistema de asistencia al conductor se determina una posición dentro de la calzada como posición de destino para la condición de conducción autónoma, en la cual la situación de tráfico que se predice, a saber, el trazado de la carretera, permite una restitución segura al conductor de la conducción del vehículo.

Otras ventajas y particularidades resultan de los siguientes ejemplos de realización y de los dibujos correspondientes. Las figuras muestran:

Figura 1: un ejemplo de realización del vehículo a motor según la invención,

Figura 2: una situación de tráfico,

5 Figura 3: otra situación de tráfico,

Figura 4: una tercera situación de tráfico,

Figura 5: una cuarta situación de tráfico,

Figura 6: una quinta situación de tráfico,

Figura 7: un diagrama de flujo de un ejemplo de realización del procedimiento según la invención.

10 La figura 1 muestra un vehículo a motor 1 con un sistema de asistencia al conductor 2, el cual, mediante la evaluación de datos de nodo ego relativos al vehículo a motor y de datos del entorno relativos al entorno del vehículo a motor, puede detectar si el vehículo a motor ha abandonado una calzada o si el mismo abandonará la calzada con una cierta probabilidad mínima. Si fue determinado un abandono muy probable o un abandono ya ocurrido de la calzada, entonces el sistema de asistencia al conductor 2 cambia a un segundo modo en el cual el sistema de asistencia al conductor 2 controla el vehículo a motor de forma autónoma.

15 Para determinar si el vehículo a motor 1 ha abandonado una calzada o si la abandonará con mucha probabilidad, el sistema de asistencia al conductor 2, mediante el bus CAN 19, puede comunicarse con una pluralidad de otros dispositivos del vehículo a motor. De este modo, mediante el sistema GPS 7 puede determinarse una posición del vehículo. Con la ayuda de la posición del vehículo puede determinarse una posición del vehículo a motor en un mapa digital que está almacenado en el sistema de navegación 6. Ya mediante datos de GPS de alta resolución y un mapa digital puede ser posible determinar si el vehículo a motor ha abandonado una calzada o si la abandonará con mucha probabilidad.

20 Con la ayuda del dispositivo de comunicaciones 8 puede accederse de forma inalámbrica a bases de datos adicionales, en particular para determinar mapas mejorados y otra información del entorno. El dispositivo de comunicaciones, por ejemplo mediante un sistema de localización basado en celdas de radiofrecuencia, puede utilizarse para mejorar la información de posición. Mediante las cámaras 9 y 10, así como mediante otros sensores no mostrados, pueden determinarse datos del entorno, en donde los datos del sensor, por tanto en particular las imágenes de las cámaras 9 y 10, pueden evaluarse directamente mediante el sistema de asistencia al conductor 2. Sin embargo, también es posible que distintas partes de los datos del sensor ya estén previamente procesadas, en donde por ejemplo puede utilizarse un dispositivo de procesamiento de imágenes separado o los datos de salida de otros sistemas de asistencia al conductor que procesan los datos del sensor.

25 Además, el sistema de asistencia al conductor 2 evalúa datos de sensores que detectan parámetros internos del vehículo. De este modo, en base a los datos de la velocidad de rotación de los sensores de la velocidad de rotación 11, 12, puede determinarse si se determinan variaciones repentinas de las relaciones de adhesión para una o varias ruedas, los cuales pueden indicar que la rueda ha abandonado la calzada. El sistema de asistencia al conductor usa los datos de nodo ego y los datos del entorno tomados para calcular un modelo del entorno, así como un modelo dinámico para el vehículo a motor propio. De manera alternativa, en el sistema de asistencia al conductor 2, en base a los datos de uno o de varios de los sensores, también sería posible determinar respectivamente de forma separada el suceso de abandono de la calzada o una probabilidad de un inminente abandono de la calzada, y vincular los resultados individuales de la determinación, de forma lógica o estadística.

30 Si mediante el sistema de asistencia al conductor 2 no se determina que el vehículo a motor ha abandonado la calzada o que la abandonará con una gran probabilidad, entonces la conducción del vehículo a motor tiene lugar mediante el conductor. El vehículo a motor 1 es controlado mediante un sistema drive by wire. De este modo, las posiciones de los elementos de manejo del vehículo a motor 1, por ejemplo del ángulo del volante, del volante 4, son detectados por sensores, como el sensor del ángulo de viraje 5. El control de la dirección 3, 14 del sistema de frenado 15, 16 del motor 17, así como de la caja de cambio automática 18, tiene lugar electrónicamente mediante el bus CAN 19, en función de los datos de los sensores. Los vehículos a motor con un sistema drive by wire son especialmente adecuados para una condición de conducción autónoma o semi-autónoma, puesto que elementos de manejo individuales o todos los componentes de manejo pueden desacoplarse de los elementos de control del vehículo a motor 1, debido a lo cual es posible un control completamente autónomo de ese componente, sin tener que mover los elementos de manejo.

35 Si el sistema de asistencia al conductor 2 determina que el vehículo a motor ya ha abandonado la calzada o que con mucha probabilidad, la cual supera un valor límite predeterminado, tendrá lugar en el futuro próximo un abandono de la calzada, entonces el dispositivo indicador 13, mediante el dispositivo de control 2, será activado para proporcionar un aviso al conductor del vehículo a motor 1, de que se abandonó la calzada o de que ésta se abandonará con gran

probabilidad, y de que el vehículo a motor 1 es conducido ahora, temporalmente, de forma autónoma. El dispositivo indicador 13 emite un tono de aviso acústico y activa una luz de advertencia. De manera complementaria o alternativa también sería posible proporcionar al conductor otros avisos con tecnología háptica u otros avisos acústicos u ópticos.

5 Con el cambio al segundo modo, mediante el sistema de asistencia al conductor 2, se selecciona además una posición de destino para el vehículo a motor, con respecto a la cual debe tener lugar una condición de conducción autónoma. Puesto que el vehículo a motor, ante todo, debe mantenerse en la calzada o reconducirse a la calzada, una característica esencial de la posición de destino es que la misma se sitúa dentro de la calzada. El curso, la forma y otras propiedades de la calzada pueden determinarse a partir de un modelo de entorno previamente determinado.

10 Además, el sistema de asistencia al conductor 2 está configurado para seleccionar la posición de destino de modo que un ángulo azimutal que se predice entre el vehículo a motor y la calzada se ubique por debajo de un valor máximo predeterminado. La dirección de la calzada puede extraerse del mapa digital que está almacenado en el sistema de navegación 6. De manera alternativa también es posible evaluar el curso de una delimitación de la calzada y/o del carril, el cual por ejemplo fue determinado mediante una evaluación de los datos de imagen de las cámaras 9, 10; en particular mediante la comunicación sobre una sección de la calzada de longitud predeterminada o calculando una línea de compensación, para determinar un sentido de la calzada. Mediante esa condición de contorno adicional para la posición de destino se logra que en la posición de destino, de forma especialmente conveniente, sea posible una restitución al conductor, puesto que el vehículo ya se encuentra alineado, de manera que esencialmente sigue el curso de la calzada. En tanto sea posible, en la determinación de la posición de destino se considera la situación de tráfico y el trazado de la carretera en el área de la posición de destino. Además, el sistema de asistencia al conductor 2 determina una trayectoria de control entre la posición instantánea del vehículo a motor y la posición de destino, y a continuación conduce el vehículo a motor de forma autónoma a lo largo de la trayectoria de control. Para la conducción del vehículo a motor, el sistema de asistencia al conductor controla el motor 17, la caja de cambios automática 18, la dirección 3 y 14 y el sistema de frenado 15 y 16, de manera que el vehículo a motor sigue la trayectoria de control. De este modo, en particular los sistemas de frenado 15, 16 son controlados de manera que tiene lugar un frenado independiente de las ruedas 48, 49 individuales, y la dirección 14 de las ruedas traseras 48 es controlada de forma separada por la dirección de las ruedas delanteras 49.

20 Durante la condición de conducción autónoma, el sistema de asistencia al conductor 2 determina repetidamente los datos del entorno y los datos de nodo ego reales y ajusta dinámicamente el modelo del entorno, así como el modelo dinámico, que se encuentran en el propio vehículo a motor. En particular pueden considerarse también modelos dinámicos para otros participantes del tráfico detectados y otros objetos desplazados. Después del ajuste de los modelos se verifica que en la trayectoria de control real aún pueda transitarse de forma segura y si, además, se verifica de que se trata de una trayectoria óptima. A continuación, en tanto sea necesario, puede ajustarse la trayectoria de control.

30 El objeto de la condición de conducción autónoma del vehículo a motor 1 es conducir el vehículo a motor 1 de regreso a la carretera o mantenerlo en la carretera. Cuando se ha alcanzado ese objeto y al mismo tiempo es posible una restitución segura y confortable al conductor de la conducción del vehículo, el sistema de asistencia al conductor 2 tiene que realizar esa restitución. Por lo tanto, el sistema de asistencia al conductor 2, durante la condición de conducción autónoma, verifica repetidas veces si se cumple con una condición de restablecimiento. La condición de restablecimiento verifica si el vehículo se encuentra completamente en la calzada, que el ángulo azimutal entre el vehículo a motor y la carretera no supere un valor máximo predeterminado y que la situación de tráfico permita una restitución segura al conductor del control del vehículo. Si se cumple con esas condiciones, entonces en principio es posible una restitución al conductor de la conducción del vehículo.

40 Para realizar esa restitución, el sistema de asistencia al conductor 2 controla el dispositivo indicador 13 de manera que se proporciona al conductor un aviso de readmisión. El aviso de readmisión tiene lugar en el vehículo a motor 1 mediante un aviso acústico y óptico. Después de proporcionar el aviso de readmisión, el sistema de asistencia al conductor 2 continúa en primer lugar con la condición de conducción autónoma en el segundo modo de funcionamiento. Al mismo tiempo, el sistema de asistencia al conductor 2, sin embargo, verifica si una acción de manejo es realizada por el conductor, la cual indica una readmisión deseada de la conducción del vehículo, por el conductor. Para ello, en el vehículo a motor 1 se evalúan los movimientos de direccionamiento del conductor en el volante 4. Si fue detectada una acción correspondiente del conductor, el sistema de asistencia al conductor 2 asegura además que el ángulo de viraje y el ángulo del volante se correspondan uno con otro. Si se cumple también con esa condición, entonces el sistema de asistencia al conductor puede cambiar al primer modo de funcionamiento y la conducción del vehículo a motor tiene lugar nuevamente mediante el conductor.

50 La figura 2 muestra una situación de tráfico en la cual tiene lugar una condición de conducción autónoma del vehículo a motor 1. El vehículo a motor 1 se encuentra en el carril derecho 20 de la calzada 21. En el carril opuesto 22 otro vehículo a motor 23 se aproxima en sentido contrario. En la figura 2 el vehículo a motor 1 ya ha abandonado parcialmente la calzada 21, de modo que al menos la rueda delantera derecha se encuentra al otro lado de la calzada 21.



En la situación de conducción mostrada en la figura 2 muchos conductores de vehículos a motor reaccionan de forma incorrecta y guían su vehículo a motor 1 muy hacia la izquierda, debido a lo cual existe el riesgo de que el vehículo a motor 1 comience a deslizarse o se desplace sobre el carril 22, por lo cual existe el riesgo de una colisión con el vehículo a motor 23. Por lo tanto, el sistema de asistencia al conductor 2 del vehículo a motor 1, en tanto se detecta un abandono de la calzada, conmuta al segundo modo de funcionamiento, en el cual el vehículo a motor 1 es conducido de forma autónoma. Al conmutar al segundo modo de funcionamiento se determina una posición de destino 24 para la condición de conducción autónoma, en la cual probablemente es posible una restitución de la conducción del vehículo al conductor del vehículo a motor 1. A continuación se calcula una trayectoria 25 desde la posición real del vehículo a motor 1 hacia la posición de destino 24. Para calcular la trayectoria 25 puede utilizarse por ejemplo un algoritmo A\* o un algoritmo "best-first" similar. El cálculo de la trayectoria 25 tiene lugar bajo numerosas condiciones de contorno que en particular pueden considerar el ángulo de viraje máximo del vehículo a motor y la aceleración transversal y longitudinal máxima en función de las fuerzas de fricción previstas entre los neumáticos y la carretera.

La trayectoria 25 naturalmente puede ajustarse en función de variaciones de los datos de nodo ego o del entorno. En particular es posible que el vehículo a motor 1 se desvíe de la trayectoria 25 calculada en primer lugar. En ese caso, la condición de conducción, en tanto sea posible, puede regularse de regreso a la trayectoria 25. No obstante, también es posible calcular una nueva trayectoria. La trayectoria 25 también puede calcularse en algunas secciones. De este modo es posible determinar varios puntos de referencia entre el vehículo a motor 1 y la posición de destino 24, y determinar las trayectorias punto de referencia por punto de referencia. También es posible que primero no se calcule una posición de destino 24 y que se determinen intervenciones de conducción individuales o trayectorias con longitud temporalmente corta, para conducir de regreso el vehículo a motor 1 hacia la calzada 21.

En la situación de tráfico mostrada en la figura 2 la determinación de la trayectoria 25 es particularmente sencilla, ya que en el área entre el vehículo a motor 1 y la posición de destino 24 no se encuentran presentes obstáculos. La figura 3 muestra una situación de tráfico similar, en donde sin embargo se encuentran presentes obstáculos. El vehículo a motor 1 ha abandonado nuevamente la calzada 27. También en la figura 3 el vehículo a motor 1, mediante la condición de conducción autónoma en el segundo modo de funcionamiento del sistema de asistencia al conductor 2, tiene que ser conducido de regreso hacia el carril derecho 26, sin desplazarse sobre el carril contrario 28. La figura 3 muestra una situación de tráfico en la cual, en el área junto a la calzada 27, se encuentran presentes varios obstáculos, a saber, una placa para señalización de carreteras 29 y un árbol 30. Debido a esos obstáculos, en la situación de tráfico de la figura 3 no es posible conducir de regreso directamente el vehículo a motor 1 hacia la calzada 27. Si el vehículo a motor 1 debiera reconducirse directamente hacia el carril derecho 26, existiría un riesgo de colisión considerable con la placa para la señalización de carreteras 29. Puesto que en el vehículo a motor 1, debido a la determinación de datos del entorno, explicada con relación a la figura 1, se encuentra presente un modelo del entorno que contiene datos sobre la placa para señalización de carreteras 29, a pesar de ello, puede determinarse una trayectoria 32 hacia la posición de destino 31, la cual evita una colisión con la placa para señalización de carreteras 29 y con el árbol 30. Para ello se usan algoritmos conocidos para la planificación de trayectorias, en donde como condiciones de contorno se considera que el vehículo a motor 1 debe conducirse dentro de una ruta del vehículo que presenta una distancia de seguridad con respecto a la placa para señalización de carreteras 29 y al árbol 30.

La figura 4 muestra otra situación de tráfico en la cual el vehículo a motor 1 se aparta de la calzada 33 antes de una curva en forma de S 34. Como se ha explicado, es ventajoso que la posición de destino para la condición de conducción autónoma se seleccione de modo que la misma se sitúe en la calzada 33 y que el ángulo azimutal que se predice entre el vehículo a motor 1 y la calzada 33 se ubique por debajo de un valor máximo. Si ahora se consideraran exclusivamente esas dos condiciones, entonces sería posible que el sistema de asistencia al conductor 2 del vehículo a motor 1 determinara la posición 35 como posición de destino y calculara la trayectoria 36 hacia esa posición de destino. Si las mismas condiciones se utilizan también para el cambio hacia el primer modo de funcionamiento, así como para el requerimiento al conductor para el traspaso del control, entonces el sistema de asistencia al conductor 2 del vehículo a motor 1 requeriría al conductor en la posición 35 asumir nuevamente la conducción del vehículo a motor. En ese caso, sin embargo, el conductor del vehículo a motor 1, sin demora después de la restitución de la conducción del vehículo, debería pasar por una curva, interviniendo con ello de forma activa y relativamente intensa en la conducción del vehículo. Puesto que en particular en el ámbito de la readmisión del conductor el ángulo de viraje y el ángulo del volante deben llevarse a una coincidencia, para la cual es necesario un cierto tiempo mínimo, la restitución efectiva probablemente tendrá lugar al pasar por la curva.

Para evitar lo mencionado, el sistema de asistencia al conductor 2 del vehículo a motor 1 está configurado de modo que el mismo, al determinar la posición de destino y seleccionar la condición de restablecimiento, considera la situación de tráfico general y el curso de la carretera. De este modo, el sistema de asistencia al conductor evita una restitución de la conducción del vehículo en situaciones de tráfico complicadas y en lugares con conducción compleja del tramo. En la situación de tráfico mostrada, de este modo, el sistema de asistencia al conductor determinaría la posición de destino 37 y prolongaría la trayectoria 36 hasta la posición de destino 37. En la posición de destino 37 y en el curso consecutivo de la calzada es posible un traspaso del control sin problemas de la conducción del vehículo al conductor, ya que la carretera se extiende esencialmente de forma recta.

Un objeto esencial de la conmutación al segundo modo de funcionamiento y, con ello, a la conducción autónoma del vehículo, es evitar el manejo incorrecto por un conductor en el caso de un abandono de la carretera. En muchos casos, sin embargo, el conductor de un vehículo a motor ya reaccionará antes de que el vehículo a motor abandone la carretera. En particular cuando esa reacción tiene lugar muy poco antes del abandono de la calzada, sin embargo, puede temerse que el conductor realice un direccionamiento opuesto de forma muy brusca y, con ello, que el vehículo a motor 1 comience a deslizarse o ingrese en la calzada contraria.

Por lo tanto, el sistema de asistencia al conductor 2 del vehículo a motor 1, ya en el caso de un abandono muy probable de la calzada 40 por el vehículo a motor 1, se encuentra configurado para cambiar al segundo modo de funcionamiento y controlar el vehículo a motor de forma autónoma. Esto se muestra en la figura 5, a modo de ejemplo, para una situación de tráfico. El vehículo a motor 1 se desplaza aquí sobre la calzada 40, en donde la dirección de conducción del vehículo a motor 1 presenta un ángulo con respecto al curso de la calzada. Una marcha con un ángulo de esa clase con respecto a la carretera es típica para una condición de conducción normal, es decir que en la situación de tráfico mostrada el sistema de asistencia al conductor 2 del vehículo a motor 1 no tiene que cambiar aún al segundo modo de funcionamiento. En particular cuando el conductor del vehículo a motor 1 se encuentra distraído en la situación de conducción mostrada, sin embargo, es posible que el conductor no corrija el ángulo entre el vehículo 1 y la calzada 40, y que el vehículo a motor 40, de ese modo, se desplace cada vez más hacia el borde de la calzada 40. Ese movimiento se indica con la trayectoria 38. Si el vehículo a motor 1 sigue la trayectoria 38, entonces el vehículo a motor 1, al alcanzar la posición 39, abandonaría la calzada 40, puesto que el neumático delantero derecho atraviesa la delimitación de la calzada. Al aproximarse cada vez más el vehículo a motor 1 a la posición 39 aumenta la probabilidad de que el conductor no corrija la trayectoria 38 mediante una intervención en el direccionamiento. Tan pronto como la probabilidad de que el conductor no corrija la trayectoria 38 hasta alcanzar la posición 39 y el vehículo a motor 1, con ello, abandone la calzada 40, supere un cierto valor límite, lo cual sucede en el punto 41, el sistema de asistencia al conductor 2 del vehículo a motor 1 cambia al segundo modo de funcionamiento, debido a lo cual el vehículo a motor 1 es conducido de forma autónoma. En la situación de tráfico de la figura 5 se determina un punto de destino 43 y se calcula una trayectoria de control 42 para la conducción autónoma hacia el punto de destino 43. Al alcanzarse el punto de destino 43 puede tener lugar una restitución de la conducción del vehículo al conductor y un cambio al primer modo de funcionamiento, como se describió más arriba.

La situación de tráfico mostrada en la figura 5 hace referencia a todos los casos en los cuales una conducción del vehículo a motor 1 es posible de manera que el vehículo a motor 1 permanece en la calzada. Por lo tanto, tiene lugar la intervención en la condición de conducción, puesto que un conductor no reacciona a tiempo para mantener el vehículo a motor en la calzada. Sin embargo, también son posibles situaciones en las cuales se determine que, con una gran probabilidad, ninguna trayectoria es físicamente posible, la cual posibilite una permanencia del vehículo a motor en la calzada. En la situación de tráfico mostrada en la figura 6 el vehículo a motor 1 se desplaza con una velocidad elevada en la curva 44. El sistema de asistencia al conductor 2 del vehículo a motor 1, en esa situación, determina que no es posible ninguna trayectoria en la cual el vehículo a motor pueda recorrer la curva 44 de manera que el vehículo a motor 1 permanezca en la calzada 47. De este modo, también en la situación de tráfico mostrada en la figura 6 se cumple con la condición para la conmutación al segundo modo de funcionamiento, de manera que una probabilidad del abandono de la calzada 47 por el vehículo a motor 1, supera una probabilidad mínima predeterminada. Por lo tanto, el sistema de asistencia al conductor 2 del vehículo a motor 1 cambia al segundo modo de funcionamiento y conduce el vehículo a motor 1 de forma autónoma hacia la posición de destino 45 en la cual se ha atravesado la curva. Puesto que, del modo descrito, no es posible determinar una trayectoria con la cual la curva 44 pueda recorrerse sobre la calzada 47, se determina una trayectoria 46 que abandona la calzada, pero que conduce el vehículo a motor 1, de forma segura, por la curva 44.

La figura 7 muestra un diagrama de flujo de un ejemplo de realización de un procedimiento para conducir un vehículo a motor. El procedimiento comienza en el paso S0 con el comienzo del viaje. Al comienzo del viaje, en el paso S1 es posible que el conductor regule un modo de conducción o una propiedad del conductor, en donde el vehículo a motor puede regular por ejemplo a un comportamiento de conducción especialmente deportivo o a un comportamiento de conducción especialmente confortable. Los conductores que desean un comportamiento de conducción especialmente deportivo, habitualmente usan completamente la calzada y les incomoda que un sistema de asistencia al conductor intervenga tempranamente en la condición de conducción. Para una experiencia de conducción más confortable, en cambio, se considera ventajoso que un sistema de asistencia al conductor intervenga tempranamente en la condición de conducción y, por ejemplo, ya en el caso de una probabilidad del 50% del abandono de una calzada, o incluso antes, intervenga en la condición de conducción.

En el paso S2, durante la condición de conducción continua, la propiedad del conductor se ajusta mediante una evaluación de las trayectorias efectivamente transitadas. Además, por ejemplo, mediante una evaluación de las entradas de manejo o mediante medios de detección adicionales, puede determinarse un estado del conductor, en particular la atención o el cansancio de un conductor. De este modo, el sistema de asistencia al conductor dispone siempre de propiedades del conductor reales, debido a las cuales puede ajustar un punto de intervención del sistema de asistencia al conductor, en el cual el sistema de asistencia al conductor cambia el segundo modo de funcionamiento. Un ajuste de esa clase es posible ajustando una probabilidad mínima de un abandono de la calzada. De manera alternativa o complementaria, puede ajustarse el área valorada como calzada, valorándose por

ejemplo bordillos que pueden transitarse como parte de una calzada o valorándose partes de la calzada en el borde de la calzada como no transitables, para formar un área de seguridad entre el vehículo a motor y el borde de la calzada.

5 En el paso S3, el sistema de asistencia al conductor determina datos de nodo ego y datos del entorno mediante la utilización de sensores del vehículo, del dispositivo de comunicaciones, del sensor de posición, así como de fuentes de datos internas, y se determina un modelo del entorno, así como un modelo dinámico para el vehículo a motor propio y para otros objetos desplazados en el entorno del vehículo.

10 Partiendo de ese modelo del entorno, en el paso S4 se calcula un pronóstico de cuán probable es que ocurra un abandono de la calzada. Una probabilidad de un abandono de la calzada puede calcularse calculando un tiempo hasta el abandono de la calzada en el caso de una conducción posterior similar del conductor, por tanto, en particular manteniendo el ángulo de viraje, calculando la probabilidad en función de su valor temporal. También sería posible calcular las trayectorias físicamente posibles o, en función de la propiedad del conductor, calcular trayectorias previstas de vehículo a motor, y calcular probabilidades para las mismas.

15 En el paso S5 se verifica si la probabilidad de un abandono de la calzada supera una probabilidad mínima o si el vehículo a motor ya ha abandonado la calzada. Si no se cumple con ninguna de las dos condiciones, entonces el procedimiento continúa a partir del paso S2. Si se abandona la calzada o es probable un abandono de la calzada, entonces en el paso S6 se emite un aviso al conductor. Además, mediante un dispositivo de comunicaciones del vehículo a motor puede emitirse también un aviso a otros vehículos a motor en el entorno, de que el vehículo a motor probablemente abandone la calzada o bien cambie a la condición de conducción autónoma, debido a lo cual son posibles maniobras de conducción no previstas.

20

En el paso S7 se determina una posición de destino para la condición de conducción autónoma. La posición de destino S7, en este caso, puede también ser un área de destino, y la posición de destino también puede ajustarse en el curso del procedimiento posterior. La posición de destino predetermina una posición o un área que debe ser alcanzada por el vehículo a motor en el funcionamiento autónomo. Puesto que la condición del viaje debe continuar, la posición de destino se selecciona de manera que la misma se sitúa en la calzada, de modo que el ángulo azimutal entre el vehículo a motor y la calzada se ubica por debajo de un valor máximo predeterminado, de manera que, partiendo desde la posición de destino, se posibilite un viaje posterior controlado, mediante el conductor. Al determinarse la posición de destino puede considerarse además el curso de la carretera, de modo que en la posición de destino la conducción del vehículo a motor pueda transferirse convenientemente al conductor. En particular tiene que evitarse una restitución en curvas o en situaciones de conducción complejas similares. Además, al determinarse la posición de destino se considera un pronóstico para la situación de tráfico en la posición de destino.

25

30

Adicionalmente con respecto a la posición de destino pueden establecerse valores objetivo para otros parámetros del vehículo a motor, en particular la velocidad del vehículo a motor.

35 En el paso S8 se calcula una trayectoria de control que conduce el vehículo a motor a la posición de destino. La trayectoria de control, como se explica a continuación, puede ajustarse dinámicamente, en particular en función de la situación de conducción real. Una trayectoria de control puede determinarse con un procedimiento de optimización habitual, en particular con un procedimiento "best-first". En la determinación de la trayectoria de control se considera el modelo del entorno previamente calculado, así como el propio modelo dinámico del vehículo a motor, y otros obstáculos desplazados, para asegurar que el vehículo a motor sea conducido de manera que se observe una distancia de seguridad con respecto a obstáculos y que los parámetros de conducción del vehículo a motor se ubiquen dentro de los límites físicos.

40

Después de la determinación de la trayectoria de control, el sistema de asistencia al conductor, en el paso S9, cambia al segundo modo de funcionamiento, en el cual el vehículo a motor es conducido de forma autónoma, realizando la trayectoria de control. Para realizar la trayectoria de control, el sistema de asistencia al conductor controla al menos la dirección del vehículo a motor, en particular el vehículo se encarga sin embargo de todo el direccionamiento transversal o incluso de todo el direccionamiento transversal y longitudinal del vehículo a motor.

45

En el paso S10 tiene lugar la conducción en la trayectoria de control. En el paso S11, después de un cierto intervalo de tiempo, se verifica si se cumple una condición de restablecimiento. La condición de restablecimiento, del modo antes descrito, en particular puede evaluar si el vehículo a motor se encuentra completamente en la carretera o si el ángulo azimutal entre el vehículo a motor y la carretera se ubica por debajo de un valor límite predeterminado, si el trazado de la carretera y/o la situación de tráfico permiten una restitución segura de la conducción del vehículo al conductor o si la probabilidad de un abandono de la calzada por el vehículo se ubica por debajo de la probabilidad máxima predeterminada.

50

Si en el paso S11 se determina que no se cumple la condición de restablecimiento, entonces en el paso S12 se registran nuevamente datos del entorno y datos de nodo ego, y se actualiza el modelo del entorno, así como el modelo dinámico del vehículo a motor propio, así como los otros obstáculos desplazados. Lo mencionado tiene lugar como se describe en el paso S3.

55

En el paso S13, en tanto sea necesario, se actualiza la trayectoria de control. El cálculo de una trayectoria actualizada puede tener lugar como se describe con respecto al paso S8. Después de la actualización opcional de la trayectoria de control el procedimiento continúa en el paso S10 con la conducción posterior en la trayectoria de control.

- 5 Si en el paso S11 se cumple la condición de restablecimiento, entonces en el paso S14 se emite un aviso al conductor, de que es posible y deseable una readmisión de la conducción del vehículo. En el paso S15 se verifica entonces si fue detectada una acción del conductor que indique una readmisión mediante el conductor. De manera complementaria puede verificarse si el ángulo instantáneo del volante corresponde al ángulo de viraje. En caso de no cumplirse las condiciones para una readmisión mediante el conductor, el procedimiento continúa en el paso S12.
- 10 Puesto que aún no es posible una readmisión mediante el conductor, la condición de viaje autónoma debe continuar, es decir que se actualizan los datos del entorno y los datos de nodo ego, se ajusta la trayectoria de control y se conduce en la trayectoria de control.

Si en el paso S15 se determinó que no es posible una readmisión, entonces el sistema de asistencia al conductor cambia al primer modo de funcionamiento y el procedimiento continúa con el paso S2.

15

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Vehículo a motor que comprende al menos un sistema de asistencia al conductor (2), en donde el vehículo a motor (1) puede controlarse en un primer modo de funcionamiento del sistema de asistencia al conductor (2) mediante un conductor, caracterizado por que el sistema de asistencia al conductor (2), en el caso de un inminente abandono de la calzada (21, 27, 33, 40, 47), determinado mediante la evaluación de datos de nodo ego relativos al vehículo a motor (1) y/o de datos del entorno relativos al entorno del vehículo a motor, con una probabilidad que supera una probabilidad mínima predeterminada, y/o que ha tenido lugar, está configurado para pasar temporalmente a un segundo modo de funcionamiento, de manera que el direccionamiento del vehículo a motor (1), sin una posibilidad de intervención mediante el conductor, tiene lugar de forma autónoma mediante el sistema de asistencia al conductor (2), en donde el sistema de asistencia al conductor (2), en el segundo modo de funcionamiento, está configurado para determinar una posición dentro de la calzada como posición de destino (24, 31, 37, 43, 45) para la condición de conducción autónoma, en la cual la situación de tráfico que se predice, a saber, el trazado de la carretera, permite una restitución segura al conductor de la conducción del vehículo.
- 15 2. Vehículo a motor según la reivindicación 1, caracterizado por que el sistema de asistencia al conductor (2) está configurado para determinar una posición con respecto a la posición de destino (24, 31, 37, 43, 45), en la cual un ángulo azimutal que se predice entre el vehículo a motor (1) y la calzada (21, 27, 33, 40, 47) se ubica por debajo de un valor máximo predeterminado.
- 20 3. Vehículo a motor según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el sistema de asistencia al conductor (2) está configurado para conmutar desde el segundo hacia el primer modo de funcionamiento en caso de presentarse al menos una condición de restablecimiento, en donde la condición o una de las condiciones de restablecimiento es que el vehículo a motor (1) se encuentra completamente sobre la calzada (21, 27, 33, 40, 47) y/o que se no se alcanza un ángulo azimutal predeterminado entre el vehículo a motor (1) y la calzada (21, 27, 33, 40, 47) y/o que la situación de tráfico permite una restitución segura al conductor del control del vehículo y/o que se haya alcanzado la posición de destino (24, 31, 37, 43, 45).
- 25 4. Vehículo a motor según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el sistema de asistencia al conductor (2) está configurado para determinar una trayectoria de control (25, 32, 35, 42, 46) entre la posición instantánea del vehículo a motor (1) y la posición de destino (24, 31, 37, 43, 45) y para controlar el vehículo a motor (1) a lo largo de la trayectoria de control (25, 32, 35, 42, 46) en el segundo modo de funcionamiento.
- 30 5. Vehículo a motor según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el sistema de asistencia al conductor (2), en el segundo modo de funcionamiento, está configurado para el control autónomo de los sistemas de frenado (15, 16) y/o del motor (17) y/o de la caja de cambios (18), preferentemente automática, del vehículo a motor (1), sin una posibilidad de intervención mediante el conductor.
- 35 6. Vehículo a motor según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el vehículo a motor (1) presenta al menos una rueda trasera orientable (48), en donde el sistema de asistencia al conductor, en el segundo modo de funcionamiento, está configurado para controlar el ángulo de viraje de la rueda trasera orientable (48).
- 40 7. Vehículo a motor según la reivindicación 6, caracterizado por que el sistema de asistencia al conductor (2), en el segundo modo de funcionamiento, está configurado para el control separado de un ángulo de viraje de al menos una rueda delantera y de un ángulo de viraje de al menos una rueda trasera (48).
- 45 8. Vehículo a motor según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el sistema de asistencia al conductor (2) está configurado para activar un dispositivo indicador (13) para proporcionar un aviso acústico, con tecnología háptica y/u óptico en el caso de la conmutación al segundo modo de funcionamiento y/o antes de conmutar al primer modo de funcionamiento, como indicación para un traspaso del control al conductor.
- 50 9. Vehículo a motor según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el mismo presenta un dispositivo de comunicaciones (8) para la comunicación inalámbrica de vehículo a vehículo y/o para la comunicación de vehículo a infraestructura, en donde el sistema de asistencia al conductor (2) está configurado para determinar datos del entorno mediante la activación del dispositivo de comunicaciones (8) para la comunicación con fuentes de información, y/o para la comunicación con otros vehículos a motor (23) para la transmisión de avisos de advertencia, en particular en el caso de la conmutación al segundo modo de funcionamiento.
- 55 10. Vehículo a motor según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el sistema de asistencia al conductor (2), en el caso de una conmutación desde el segundo modo de funcionamiento al primer modo de funcionamiento, está configurado para esperar una entrada de un conductor para el traspaso del control al conductor y para una conmutación al primer modo sólo después de una acción detectable del conductor que indica una readmisión
11. Procedimiento para controlar un vehículo a motor, el cual comprende al menos un sistema de asistencia al conductor, en donde el vehículo a motor, en un primer modo de funcionamiento del sistema de asistencia al conductor, puede ser controlado por un conductor, el cual comprende los pasos:

- registro de datos de nodo ego relativos al vehículo a motor y/o de datos del entorno relativos al entorno del vehículo a motor,
  - determinación de si el vehículo a motor ha abandonado una calzada o de si abandonará la calzada en un futuro próximo con una probabilidad que supera una probabilidad mínima predeterminada, mediante la evaluación de los datos de nodo ego y/o de los datos del entorno mediante el sistema de asistencia al conductor, y en ese caso
- 5
- conmutación temporal del sistema de asistencia al conductor al segundo modo de funcionamiento
  - direccionamiento autónomo del vehículo a motor sin una posibilidad de intervención del conductor, mediante el sistema de asistencia al conductor en el segundo modo de funcionamiento,
- 10
- en donde mediante el sistema de asistencia al conductor se determina una posición dentro de la calzada como posición de destino para la condición de conducción autónoma, en la cual la situación de tráfico que se predice, a saber, el trazado de la carretera, permite una restitución segura al conductor de la conducción del vehículo.

FIG. 1

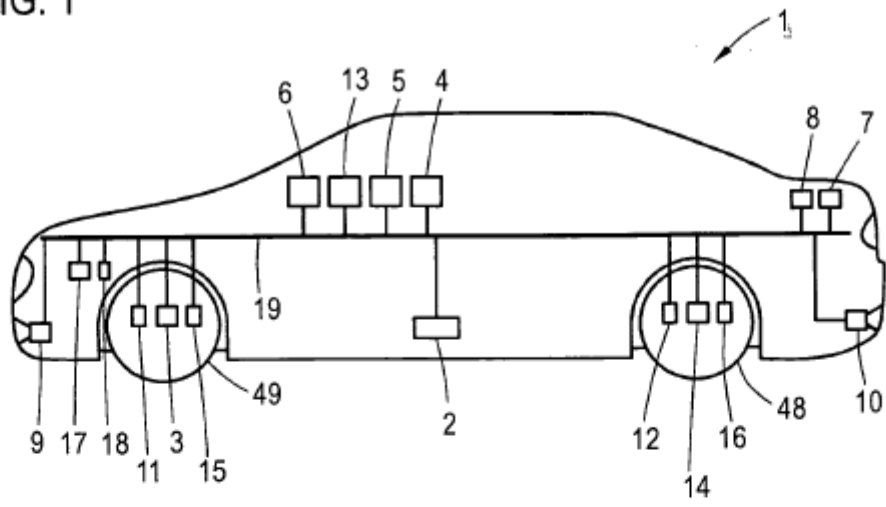


FIG. 2

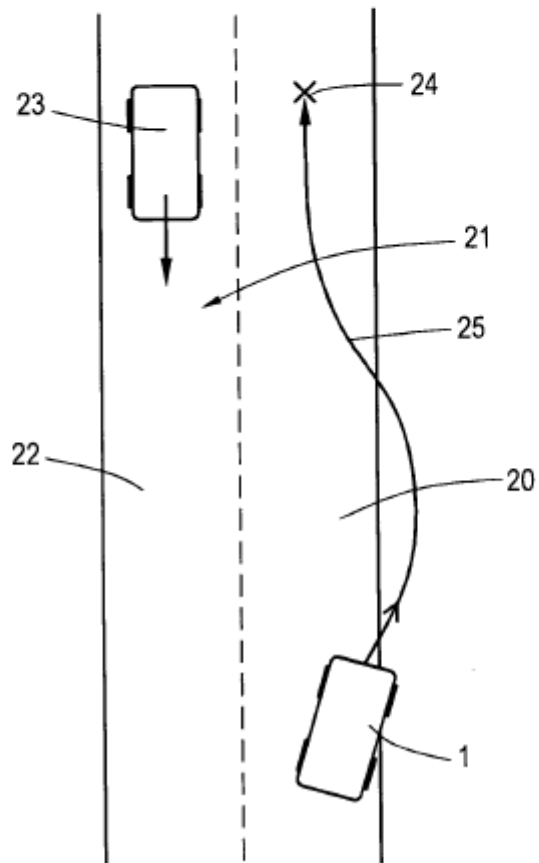


FIG. 3

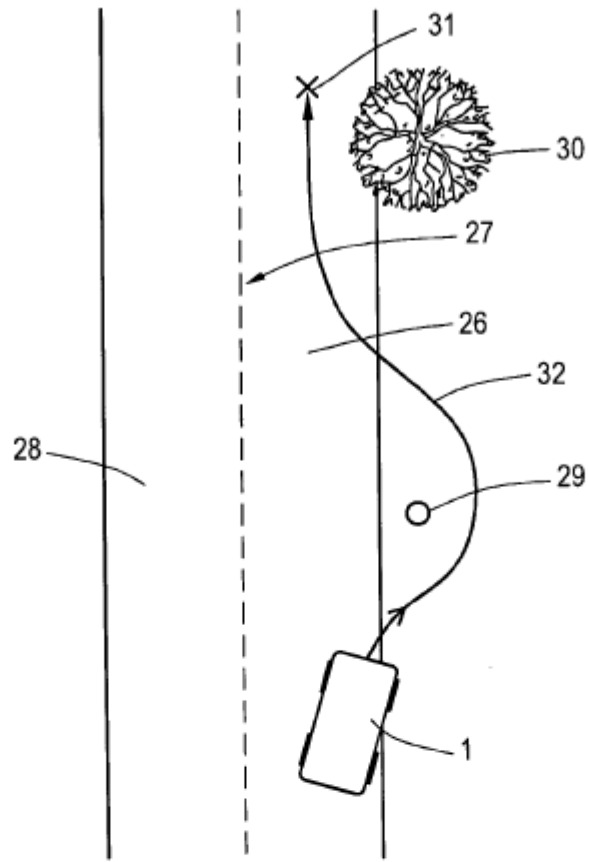


FIG. 4

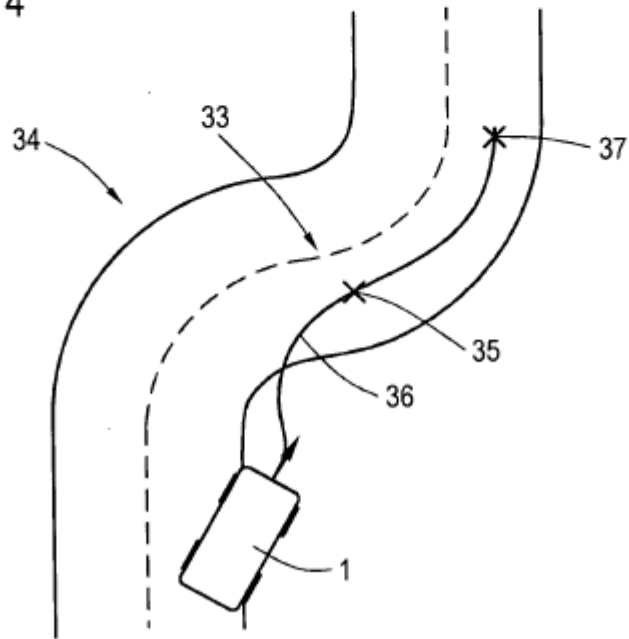




FIG. 5

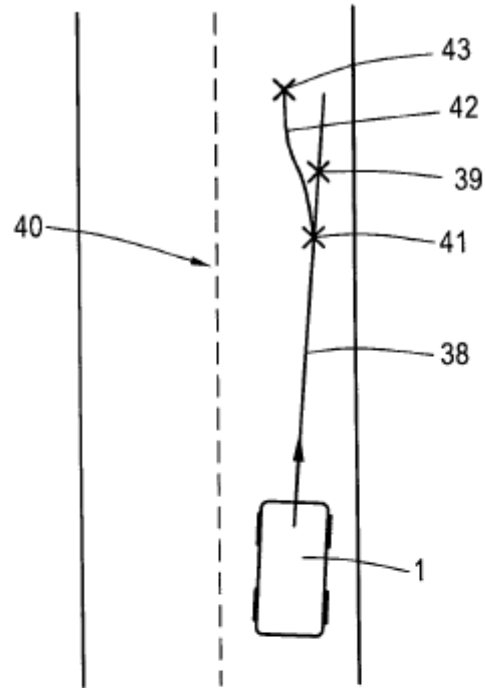


FIG. 6

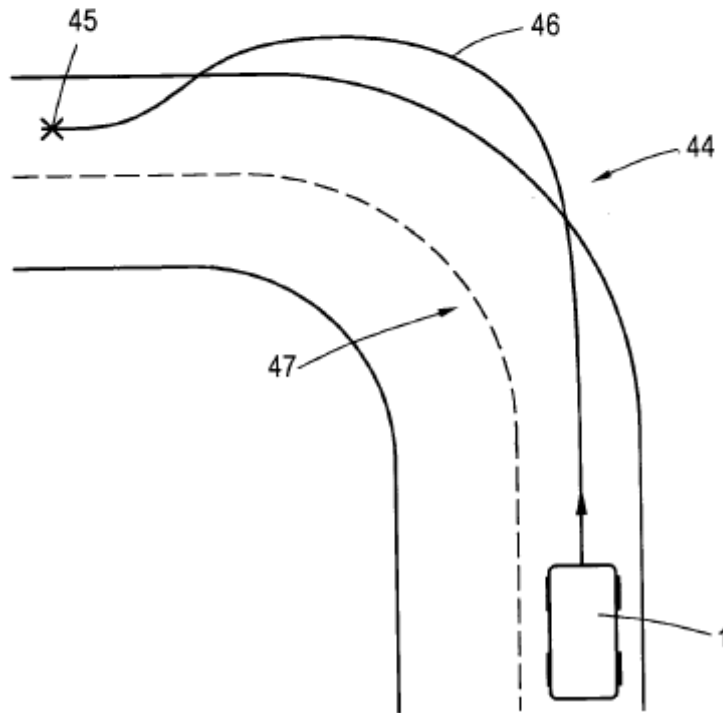


FIG. 7

