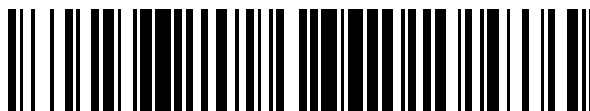


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 665 899**

51 Int. Cl.:

G08G 1/16 (2006.01)

B60W 30/09 (2012.01)

G08G 1/0962 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.09.2014** **E 14003342 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.03.2018** **EP 2858060**

54 Título: **Automóvil y procedimiento para el control de un automóvil**

30 Prioridad:

02.10.2013 DE 102013016434

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

30.04.2018

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 2 665 899 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

Automóvil y procedimiento para el control de un automóvil

La invención se refiere a un automóvil que incluye al menos un sistema de asistencia al conductor que consiste en particular en un sistema de seguridad y que está configurado para, si se cumple una condición de activación o al menos una de varias condiciones de activación, controlar un dispositivo indicador para transmitir una indicación a un conductor y/o a terceros y/o para intervenir en la conducción del vehículo.

Los automóviles modernos presentan numerosos sistemas de asistencia al conductor que sirven para aumentar la seguridad de conducción y/o el confort de conducción. En particular se conocen sistemas de asistencia al conductor que, dependiendo de un estado efectivo del automóvil, intervienen en el control de los sistemas del automóvil, como por ejemplo sistemas antibloqueo o sistemas de estabilización de carril. Además se conocen sistemas de confort como sistemas de asistencia de mantenimiento de carril o regulaciones automáticas de distancia que, a partir de datos propios y datos del entorno de un automóvil, calculan predicciones sobre situaciones de conducción futuras y controlan el automóvil conforme a dichas predicciones. Es conocido que estos sistemas de control semiautónomos con frecuencia realizan tareas de control con un tiempo de reacción más corto y una mayor precisión que un conductor humano. De este modo, en muchas situaciones de conducción, una conducción autónoma puede producir un mejor comportamiento de conducción del vehículo en comparación con un control por parte de un conductor humano.

La publicación US 2010/0235099 A1 describe un dispositivo de asistencia al conductor. Mediante éste se detecta un obstáculo y se calcula una trayectoria de intervención a lo largo de la cual se puede conducir el vehículo cuando el sistema de asistencia al conductor interviene en la conducción. Mediante un dispositivo de determinación se determina si la cantidad de trayectorias de intervención que no se solapan con el obstáculo es menor o igual que una cantidad predeterminada.

Con el fin de aprovechar las ventajas del control más rápido y preciso del automóvil en caso de una conducción autónoma para mejorar la seguridad, es conocida la utilización de sistemas que reconocen amenazas de colisiones con otros automóviles e intentan evitar dichas colisiones o reducir los efectos de las colisiones.

Para ello se interviene en la conducción con el fin de detener el automóvil de forma controlada. Una desventaja en este contexto consiste en que, con frecuencia, la posición alcanzada por el automóvil no es ideal, constituyendo el automóvil detenido un obstáculo para otros usuarios de la vía. Además es deseable utilizar intervenciones autónomas en la conducción también en otras situaciones de conducción para mejorar en conjunto el comportamiento de conducción del automóvil en situaciones críticas, sin limitar innecesariamente la libertad de acción del conductor. Por lo tanto, en el desarrollo de estos sistemas de asistencia al conductor es esencial determinar el momento de intervención del sistema de asistencia al conductor de tal modo que una intervención del sistema de asistencia al conductor sea entendible y deseada por parte del conductor, lo que habla en favor de una intervención relativamente tardía del sistema de asistencia al conductor sin limitar por ello la eficiencia del sistema de asistencia al conductor.

En muchas situaciones de conducción, ventajosamente también es posible indicar al conductor con prontitud una situación de conducción crítica y de este modo evitar que sea necesaria una intervención de sistemas de conducción autónomos para mantener la conducción segura. Si los sistemas de advertencia de este tipo se activan con frecuencia y en situaciones en las que un conductor todavía no apreciaría por sí mismo la situación de conducción como crítica, normalmente el conductor no acepta estos sistemas de advertencia y si es posible los desactiva o ignora sus indicaciones de advertencia. Por consiguiente, para los sistemas de advertencia en el automóvil que advierten al conductor de situaciones de riesgo potenciales también es necesario determinar el momento de la advertencia de tal modo que la advertencia sea entendible y deseada por parte del conductor, sin limitar por ello la eficiencia del sistema de advertencia.

Por lo tanto, la invención tiene por objetivo especificar un automóvil que presente un sistema de asistencia al conductor que pueda intervenir en la conducción del vehículo o pueda transmitir indicaciones a un conductor, en donde se haya mejorado la determinación del momento de la advertencia o la intervención.

Este objetivo se resuelve mediante el automóvil y el procedimiento para el control del automóvil según las reivindicaciones independientes. Otras configuraciones ventajosas son objeto de las reivindicaciones subordinadas.

La invención se basa en la idea de que las situaciones de conducción críticas, es decir, situaciones de conducción en las que es necesaria o deseable una intervención de un sistema de asistencia al conductor o en las que se ha de transmitir una indicación de advertencia a un conductor, se caracterizan por que solo queda una pequeña cantidad de posibilidades de conducción del automóvil para desplazar el automóvil con seguridad, es decir, sin riesgo de daños a personas, al propio automóvil o a objetos de terceros, a través de una situación de conducción actual o posterior cercana en el tiempo. Por consiguiente, una situación de conducción de este tipo se puede reconocer de la siguiente manera: de acuerdo con la invención se calculan trayectorias y/o grupos de trayectorias transitables bajo al

menos una condición límite, y a partir de las trayectorias o los grupos de trayectorias calculados se determina la magnitud de la cantidad de posibilidades de conducción que le quedan a un conductor.

Las condiciones límite en la determinación de las trayectorias o los grupos de trayectorias aseguran en particular que, en caso de un desplazamiento del automóvil a lo largo de una de las trayectorias calculadas o a lo largo de una trayectoria de grupo determinada por uno de los grupos de trayectorias calculados, el automóvil se puede desplazar de un modo controlado y seguro. De forma complementaria, las condiciones límite para el cálculo de las trayectorias o grupos de trayectorias también pueden tener en cuenta las características de un conductor, por ejemplo un comportamiento de conducción más bien deportivo o un comportamiento de conducción orientado al confort. Por ejemplo, en primer lugar se pueden calcular únicamente trayectorias y/o grupos de trayectorias que entren dentro de un área de confort o un área límite individual de un conductor, en la que el conductor previsiblemente sería capaz de recorrer por sí mismo las trayectorias calculadas.

Las trayectorias se pueden calcular en particular de tal modo que se calculan parámetros de las trayectorias en etapas discretas. Por ejemplo, limitando la resolución espacial a una resolución de unos centímetros es posible limitar mucho la cantidad de trayectorias que se han de calcular sin perder informaciones críticas. De forma alternativa o complementaria también es posible determinar las trayectorias como trayectorias de grupo de grupos de trayectorias, es decir, que para al menos un parámetro de la trayectoria está predeterminada una dependencia funcional de la trayectoria de dicho parámetro y para este parámetro se determina un rango de valores. Por ejemplo, el recorrido de una trayectoria se puede describir mediante una *spline*, en particular una *B-spline*, y la parametrización puede tener lugar a través de la determinación de una cantidad relativamente pequeña de puntos de apoyo. No obstante también es posible determinar grupos de trayectorias de tal modo que entre dos o más trayectorias calculadas de forma individual se interpola un radio de curva mínimo o similar mediante variación de un parámetro de trayectoria, en particular un ángulo de giro.

La determinación del valor de posibilidades de conducción es posible de forma particularmente sencilla si se han determinado trayectorias individuales. En el caso más sencillo, el valor de posibilidades de conducción puede ser igual a la cantidad de trayectorias transitables calculadas. Evidentemente, la cantidad de trayectorias calculadas para el cálculo del valor de posibilidades de conducción también se puede escalar, proveer de una desviación o procesar teniendo en cuenta otros parámetros para determinar un valor de posibilidades de conducción. También es posible procesar primero las trayectorias calculadas antes de determinar un valor de posibilidades de conducción, pudiendo desecharse en particular trayectorias en función de una condición límite subordinada. Así, dependiendo de la implementación, en el cálculo de las trayectorias y/o grupos de trayectorias transitables puede resultar ventajoso tener en cuenta primero únicamente algunas condiciones límite y a continuación utilizar las demás condiciones límite para desechar trayectorias y/o grupos de trayectorias y/o partes de grupos de trayectorias.

Resulta especialmente ventajoso tener en cuenta como condición límite subordinada una relación de las trayectorias transitables entre sí. En este contexto, en particular es posible valorar como una trayectoria individual trayectorias que, en toda su longitud o en un área relevante, se extienden muy cercanas entre sí en al menos uno de sus parámetros.

Si se han determinado grupos de trayectorias transitables, el valor de posibilidades de conducción se puede determinar en particular a partir de un rango de valores de uno o más parámetros del grupo de trayectorias. Si se tienen en cuenta varios parámetros, es posible en particular multiplicar los rangos de valores de los parámetros para de este modo determinar un "volumen" de la trayectoria. Si los parámetros consisten en parámetros que varían a lo largo de una trayectoria, dicho producto también se puede sustituir por ejemplo por una integral de los rangos de valores de los parámetros a lo largo de la trayectoria. En este contexto, en la determinación del valor de posibilidades de conducción es posible tener en cuenta exclusivamente el rango de valores o el "volumen" del grupo de trayectorias con el rango de valores o el "volumen" más grande; no obstante, también es posible sumar los rangos de valores o el "volumen" de algunos o de todos los grupos de trayectorias.

Si se cumple la condición de activación pueden tener lugar numerosas intervenciones en la conducción del vehículo. Gracias a la utilización de una condición de activación previsor, por ejemplo ya se pueden llevar a cabo de forma temprana intervenciones en la conducción longitudinal y/o transversal del automóvil, con lo que frecuentemente se puede evitar una intervención repentina y enérgica del sistema de asistencia al conductor en la conducción del vehículo. En este contexto, la intervención en la conducción del vehículo puede tener lugar de tal modo que, si bien la conducción del vehículo permanece en manos del conductor, el control de sistemas del vehículo, en particular de los frenos y la dirección, se acciona adicionalmente con contribuciones determinadas por el sistema de asistencia al conductor. No obstante, también puede resultar ventajoso conducir el automóvil de forma totalmente autónoma si se cumple la condición de activación. También es posible que en el automóvil según la invención esté previsto un procedimiento escalonado en el que, al caer por debajo de un primer valor límite, la intervención en la conducción del vehículo también tiene lugar de tal modo que el conductor puede asumir el control por encima de la intervención de conducción, pero, al caer por debajo de un segundo valor límite, el automóvil es conducido de forma autónoma por el sistema de asistencia al conductor.

De forma complementaria también es posible que en el automóvil según la invención se transmitan advertencias a otros usuarios de la vía si se cumple la condición de activación. Estas advertencias pueden tener lugar a través de

una comunicación Car2X o Car2Car, pero también es posible accionar dispositivos de advertencia del automóvil, como una bocina o luces de advertencia dispuestas en la carrocería.

Una condición límite esencial para las trayectorias y/o grupos de trayectorias transitables consiste en que las áreas a través de las cuales se extienden las trayectorias calculadas también puedan ser recorridas por el automóvil. Por ello es posible que el sistema de asistencia al conductor esté configurado para determinar al menos un área de conducción que comienza en la posición del automóvil y que puede ser recorrida por el automóvil, consistiendo la condición límite o una de las condiciones límite en que las trayectorias y/o grupos de trayectorias se extiendan por completo dentro del área de conducción. En este contexto es posible que el área de conducción se determine de tal modo que las áreas bloqueadas por obstáculos sean excluidas del área de conducción. No obstante también es posible dejar inicialmente las áreas bloqueadas por obstáculos dentro del área de conducción y tener en cuenta los obstáculos presentes en el área de conducción directamente en el cálculo de trayectorias de tal modo que los obstáculos sean evitados por las trayectorias calculadas. De este modo se conoce un área a través de la cual se pueden extender las trayectorias. Normalmente, dicha área se determina como el área de la calzada que no incluye ningún obstáculo; no obstante, también es posible excluir determinadas áreas de la calzada o añadir áreas adicionales al área de conducción. No todas las partes del área de conducción pueden ser alcanzadas necesariamente por una trayectoria transitable, ya que las trayectorias transitables están limitadas por ejemplo por el ángulo de giro posible del automóvil.

Durante la determinación del área de conducción ya es posible tener en cuenta distancias de seguridad a obstáculos. No obstante, alternativamente las distancias de seguridad también pueden ser tenidas en cuenta posteriormente separando todas las trayectorias del borde del área de conducción. Se ha de observar que el área de conducción solo es independiente del tiempo cuando en el entorno del vehículo no se encuentra ningún obstáculo en movimiento o las áreas bloqueadas por obstáculos en movimiento no son tenidas en cuenta hasta el propio cálculo de trayectorias. Los obstáculos en movimiento pueden ser tenidos en cuenta determinando un área de conducción dependiente del tiempo. No obstante, para simplificar el cálculo también es posible excluir del área de conducción en primer lugar todas las áreas barridas por obstáculos en movimiento dentro de un intervalo de tiempo predeterminado. De este modo es posible un cálculo de trayectorias especialmente sencillo también en caso de presencia de objetos en movimiento, y la utilización computacionalmente costosa de un área de conducción dependiente del tiempo solo ha de tener lugar si al utilizar el área de conducción previamente determinado no se ha encontrado ninguna trayectoria o se han encontrado muy pocas trayectorias.

Los parámetros que describen las trayectorias, en particular las coordenadas espaciales, consisten normalmente en variables continuas. A causa de ello, incluso en caso de una resolución finita condicionada por la técnica, se deberían calcular muchas trayectorias individuales para encontrar las trayectorias posibles. Por lo tanto, las trayectorias pueden ser determinadas como grupos de trayectorias, como ya se ha explicado; no obstante, también es posible que el sistema de asistencia al conductor esté configurado para calcular las trayectorias de tal modo que estén separadas por una distancia predeterminada o adaptable de al menos uno de sus parámetros, en particular de una coordenada espacial. La distancia adaptable predeterminada puede consistir en una distancia mínima de las trayectorias en el parámetro correspondiente, pero también se puede considerar la distancia media, la mediana o similares. En este contexto es posible tener en cuenta la distancia de las trayectorias únicamente dentro de un área o un período de tiempo relevante. De este modo, al recorrer una curva o al pasar un obstáculo, en la determinación de la distancia entre las trayectorias se puede tener en cuenta por ejemplo únicamente la parte de las trayectorias que se encuentra dentro de la curva o en el área del obstáculo. Evidentemente también es posible prever una separación entre las trayectorias en varios parámetros. En este contexto puede estar prevista una distancia mínima por separado para cada uno de los parámetros, o por ejemplo se puede formar una suma ponderada de las distancias de varios parámetros y comparar la misma con un valor límite para esta suma.

La determinación de trayectorias individuales separadas es particularmente ventajosa cuando se utilizan procedimientos de cálculo complejos para las trayectorias, es decir, por ejemplo un cálculo de las trayectorias por medio de un modelo físico simulado. En estos procedimientos, el cálculo de grupos de trayectorias continuos puede resultar muy costoso y el esfuerzo de cálculo se puede reducir considerablemente mediante discretización en particular de todos los parámetros.

Existen múltiples enfoques posibles para el cálculo de las trayectorias o grupos de trayectorias. Como ya se ha mencionado, es especialmente sencillo determinar en primer lugar exclusivamente lugares geométricos como trayectorias. En este caso se pueden identificar en primer lugar corredores de conducción dentro de los cuales no se encuentra ningún obstáculo. Un corredor de conducción designa en este caso un área que puede ser cubierta por completo por trayectorias transitables. Un corredor de conducción de este tipo y las trayectorias que se encuentran entre los límites del corredor de conducción se pueden describir de tal modo que en primer lugar se determinan dos trayectorias de delimitación geométrica para el corredor de conducción, que delimitan el corredor de conducción. Dichas trayectorias de delimitación presentan normalmente una distancia predeterminada con respecto al borde de un área de conducción. Es decir, pasan junto a obstáculos en el entorno del vehículo con una distancia de seguridad predeterminada. Si entre dos de estas trayectorias de delimitación no se encuentra ningún obstáculo, normalmente estas dos trayectorias de delimitación forman un corredor de conducción si las trayectorias que se encuentran entre las mismas son transitables. De forma complementaria, dentro del corredor de conducción se puede determinar

además una trayectoria ideal que describe por ejemplo el trayecto más corto hasta un punto o un tramo de trayecto predeterminados, que puede ser recorrido a la velocidad más alta o similares.

Las otras trayectorias del corredor de conducción se pueden calcular después realizando una interpolación entre las dos trayectorias de delimitación o entre las trayectorias de delimitación y la trayectoria ideal. Alternativamente también es posible variar la trayectoria ideal, por ejemplo calculando trayectorias adyacentes a la trayectoria ideal que solo se desvían de la trayectoria ideal en una dirección y que preferiblemente presentan una cantidad exactamente igual o menor de puntos de inflexión. Si el procedimiento explicado se aplica a cada parte del área de conducción a través del cual se puede dirigir un corredor de conducción, se pueden identificar al menos aquellas trayectorias en el área de conducción que son recorridas normalmente por vehículos y que son transitables a las velocidades más altas o que, con una velocidad predeterminada, producen las fuerzas más pequeñas en dirección transversal con respecto al automóvil.

En este contexto, un aspecto esencial consiste en que es innecesario determinar cada una de las trayectorias transitables. Inicialmente, el cálculo de la trayectoria transitable solo sirve para determinar si previsiblemente existe una situación de conducción crítica. Sin embargo, las situaciones de conducción críticas se caracterizan por que los parámetros que posibilitan una continuación del desplazamiento del automóvil están relativamente muy limitados. Esto significa sin embargo que, en las situaciones de conducción críticas que han de ser identificadas, por ejemplo las trayectorias con numerosos puntos de inflexión necesarios en cualquier caso no son transitables. Por lo tanto, como se ha descrito, es suficiente calcular solo trayectorias sencillas con pocos puntos de inflexión.

El sistema de asistencia al conductor puede estar configurado en particular para determinar al menos un perfil de velocidades para cada una de las trayectorias calculadas y/o cada uno de los grupos de trayectorias calculados. Como perfil de velocidades se puede determinar en particular el perfil de las velocidades máximas posibles para cada punto de la trayectoria dentro de los límites predeterminados físicamente o dentro de un área de confort o un área límite individual de un conductor. Dicho perfil de velocidades máximas se puede determinar en particular a partir de la velocidad efectiva del automóvil teniendo en cuenta la aceleración o desaceleración máxima del automóvil. Alternativamente, en primer lugar se puede determinar una velocidad máxima independientemente para cada uno de los puntos a lo largo de la trayectoria, a continuación se puede determinar el punto en el que la velocidad máxima determinada es más pequeña y a partir de este punto se puede determinar un perfil de velocidades teniendo en cuenta la aceleración o desaceleración máxima posible del automóvil así como las velocidades máximas previamente determinadas para los otros puntos. Para el cálculo del perfil de velocidades para un grupo de trayectorias calculado es posible en particular parametrizar el perfil de velocidades igualmente mediante los parámetros del grupo de trayectorias. De este modo se calcula un perfil de velocidades de mayores dimensiones que, además de la posición a lo largo de la trayectoria, también está parametrizado mediante los parámetros del grupo de trayectorias. No obstante, alternativamente también es posible calcular perfiles de velocidades discretos para valores alejados entre sí de los parámetros del grupo de trayectorias.

En el caso más sencillo, un perfil de velocidades se puede determinar a partir del recorrido espacial de la trayectoria comparando las fuerzas centrífugas en el avance de la trayectoria, que resultan de la masa del automóvil, la velocidad del automóvil en el punto y la curvatura local de la trayectoria, con un valor límite predeterminado o determinado localmente. El valor límite para la fuerza centrífuga corresponde a la fuerza de rozamiento entre el automóvil y la carretera.

En este contexto es posible determinar un valor límite de este tipo por separado para cada uno de los neumáticos del automóvil y comparar el mismo con las fuerzas centrífugas que actúan sobre esa rueda. Esto es especialmente ventajoso, ya que sobre los neumáticos individuales pueden actuar fuerzas normales diferentes dependiendo de los ángulos de balanceo y de cabeceo del automóvil, por lo que la fuerza de rozamiento es diferente incluso con el mismo coeficiente de rozamiento. El coeficiente de rozamiento entre el neumático y la carretera puede estar predeterminado de forma fija, pero también es posible adaptarlo por ejemplo en función del tipo de neumático, la distancia recorrida por el neumático, las características locales de la carretera, que por ejemplo se han registrado mediante una cámara, o las condiciones meteorológicas.

De este modo, a partir de la fuerza de rozamiento máxima determinada de forma global o local se puede fijar una velocidad máxima aplicable para cada punto de la trayectoria, en determinadas circunstancias teniendo en cuenta un intervalo de seguridad para la fuerza de rozamiento. Si adicionalmente se tienen en cuenta los valores de aceleración y desaceleración máximas, se puede determinar un perfil de velocidades de las velocidades máximas posibles para cada punto de la trayectoria.

Si los objetos en movimiento no son tenidos en cuenta de tal modo que las áreas barridas por los mismos en el intervalo de tiempo en cuestión son excluidas por completo del área de conducción, para el cálculo de trayectorias se han de tener en cuenta en cualquier caso valores límite de velocidad. En este caso resulta ventajoso determinar al menos dos perfiles de velocidades para una trayectoria, en concreto uno para las velocidades máximas y otro para las velocidades mínimas, en el lugar correspondiente de la trayectoria.

Las trayectorias transitables o grupos de trayectorias transitables calculados reflejan esencialmente las posibilidades de conducción del automóvil bajo las condiciones límite utilizadas para el cálculo. Por lo tanto, el valor de

posibilidades de conducción puede ser la cantidad de trayectorias calculadas, o el sistema de asistencia al conductor puede estar configurado para determinar el valor de posibilidades de conducción a partir de la amplitud de un rango de valores de al menos un parámetro de al menos uno de los grupos de trayectorias calculados. En este contexto, en la determinación de la cantidad de trayectorias calculadas, en particular es posible contar como una trayectoria individual trayectorias muy cercanas entre sí en al menos un parámetro, en particular en su distancia perpendicular a la dirección de desplazamiento. Para la determinación de la distancia entre dos trayectorias es posible considerar en particular únicamente un área o un período de tiempo predeterminados o determinados a partir de los datos del entorno. Por ejemplo, se puede tener en cuenta únicamente la distancia entre trayectorias dentro de una curva o en el área de un obstáculo.

En la determinación de la medida de la cantidad de posibilidades de conducción a partir de los grupos de trayectorias calculados es posible tener en cuenta únicamente uno de los grupos de trayectorias. El grupo de trayectorias que se ha de tener en cuenta en este caso se puede determinar por ejemplo eligiendo el grupo de trayectorias con el rango de valores más amplio en uno de los parámetros. No obstante también se puede elegir el grupo de trayectorias con el mayor producto de las amplitudes de varios rangos de valores para distintos parámetros o su suma ponderada. No obstante también es posible tener en cuenta todos o al menos varios de los grupos de trayectorias calculados, determinando en particular una medida de la cantidad de posibilidades de conducción para cada una de las trayectorias y calculando la medida de la cantidad total de posibilidades de conducción a partir de la suma de las medidas de la cantidad de posibilidades de conducción dentro de cada uno de los grupos de trayectorias.

Una medida de la cantidad de posibilidades de conducción, que se representa mediante uno de los grupos de trayectorias, se puede determinar en particular evaluando la amplitud del rango de valores de uno de los parámetros del grupo de trayectorias. Por ejemplo se puede evaluar la amplitud de un grupo de trayectorias perpendicularmente con respecto a la dirección de movimiento del automóvil. No obstante también es posible determinar "superficies" o "volúmenes" para los grupos de trayectorias formando una medida para las posibilidades de conducción del grupo de trayectorias a través de un producto de los rangos de valores de varios parámetros de la trayectoria. Por ejemplo, el rango de valores de las velocidades posibles con la amplitud del grupo de trayectorias perpendicularmente con respecto a la dirección de movimiento del vehículo puede ser utilizado como medida de la cantidad de posibilidades de conducción representada por el grupo de trayectorias. Alternativamente se pueden tener en cuenta varios parámetros formando una suma ponderada de los rangos de valores respectivos.

Normalmente, los rangos de valores para parámetros del grupo de trayectorias varían a lo largo de la trayectoria. Por lo tanto, como amplitud para el rango de valores se puede utilizar una amplitud mínima a lo largo de la trayectoria, un valor medio de la amplitud del rango de valores, una mediana o similares. Los valores medios para un rango de valores se pueden determinar en particular mediante una integración de la amplitud del rango de valores a lo largo de la trayectoria. Si se tienen en cuenta varios parámetros, también es posible determinar una integral multidimensional de todos estos parámetros a lo largo de la trayectoria.

En la determinación del rango de valores para un parámetro o de una "superficie" o de un "volumen" para el grupo de trayectorias también es posible tener en cuenta exclusivamente un dominio temporal o local predeterminado o determinado a partir de los datos del entorno. En particular, a continuación se puede normalizar el rango de valores determinado.

De acuerdo con la invención está previsto que el sistema de asistencia al conductor esté configurado para, si se cumple la condición de activación o al menos una de las condiciones de activación, cambiar a un segundo modo de funcionamiento y conducir el automóvil en el segundo modo de funcionamiento, en particular de forma autónoma sin posibilidad de intervención por parte del conductor, a lo largo de una de las trayectorias calculadas o de una trayectoria de grupo descrita por uno de los grupos de trayectorias calculados. Ventajosamente, mediante la conducción del automóvil a lo largo de una trayectoria previamente calculada no se requiere ningún nuevo cálculo de una trayectoria. El cambio al segundo modo de funcionamiento puede tener lugar en particular únicamente de forma transitoria y, si se cumplen una o más condiciones de restitución, la conducción del automóvil se puede transferir al conductor del automóvil. Mediante la conducción del automóvil a lo largo de una de las trayectorias o trayectorias de grupo transitables, en el automóvil según la invención se logra que después de la intervención del sistema de asistencia al conductor también sea posible una continuación normal del desplazamiento. Por consiguiente, la conducción del automóvil no se interrumpe por la intervención del sistema de asistencia al conductor, ya que en particular el automóvil no se frena hasta detenerlo, sino que la conducción continúa a lo largo de las trayectorias o trayectorias de grupo transitables. De este modo se evita una detención del automóvil y, por lo tanto, el flujo del tráfico en conjunto se perturba menos que en caso de sistemas de seguridad que provocan una detención del automóvil. Además, mediante la continuación de la conducción es posible reducir la carga para el conductor. Durante el funcionamiento del sistema de asistencia al conductor en el segundo modo de funcionamiento se puede indicar al conductor que tiene lugar una intervención del sistema de asistencia al conductor en la conducción, en particular para advertir al conductor de que el automóvil se desplaza cerca del área límite individual o previsiblemente más allá de un área de confort. No obstante, dado que se evitan las maniobras de frenado repentinas y el susto que éstas implican, la continuación del desplazamiento se facilita en gran medida para una gran parte de los conductores. La condición de restitución puede evaluar en particular si el tráfico y el trazado de la

carretera permiten una restitución de la conducción del vehículo al conductor y/o si se cumplen otras condiciones de recepción, por ejemplo que el ángulo del volante corresponda al ángulo de giro.

El sistema de asistencia al conductor se configura para controlar de forma autónoma, en el segundo modo de funcionamiento, la dirección y/o el sistema de frenos y/o el motor y/o la caja de cambios preferiblemente automática del automóvil, sin posibilidad de intervención por parte del conductor. El sistema de asistencia al conductor del automóvil según la invención ha de intervenir en la conducción en particular cuando la cantidad de posibilidades de conducción del automóvil es muy pequeña. En estas situaciones de conducción, si el control sobre algunos de los sistemas de la conducción longitudinal y/o transversal del automóvil permanece en manos del conductor o si el conductor puede asumir el control de uno de estos sistemas por encima del control del sistema de asistencia al conductor, es posible que debido a una intervención de conducción del conductor se abandone la trayectoria transitable sobre la que está siendo conducido el automóvil. Por ello resulta ventajoso controlar de forma completamente autónoma, sin posibilidad de intervención por parte del conductor, al menos partes de los sistemas de conducción longitudinal y/o transversal del automóvil. En particular, toda la conducción longitudinal y/o transversal del automóvil puede tener lugar de forma completamente autónoma, sin posibilidad de intervención por parte del conductor.

Además, el sistema de asistencia al conductor en el segundo modo de funcionamiento puede controlar en particular aquellos sistemas del vehículo para los que no está prevista ninguna posibilidad de mando directa por parte del conductor, o que normalmente no son modificados por el conductor durante la conducción. De este modo se pueden accionar frenos de ruedas individuales, en particular una dirección por las ruedas traseras se puede controlar por separado de la dirección por ruedas delanteras, y se pueden modificar otros ajustes del automóvil, como parámetros del diferencial, del chasis o similares.

El sistema de asistencia al conductor puede estar configurado para, en caso de que no se pueda calcular ninguna trayectoria o ningún grupo de trayectorias transitables bajo la condición límite, adaptar la condición límite o al menos una de las condiciones límite y calcular al menos una trayectoria y/o grupo de trayectorias transitables bajo la condición límite adaptada. En particular, en este contexto es posible determinar directamente una trayectoria de control a lo largo de la cual se conduce el automóvil en el segundo modo de funcionamiento.

Tal como se ha mencionado al principio, no siempre se puede determinar una trayectoria posible en el área de conducción bajo las condiciones límite utilizadas, en particular en caso de una aparición repentina de situaciones de tráfico inesperadas. En determinadas circunstancias, un cálculo de una trayectoria transitable no puede tener lugar porque determinadas condiciones límite no han sido elegidas de tal modo que correspondan a límites físicos reales, sino que por ejemplo han sido elegidas de forma que describen un área de confort de un conductor. Por ello resulta ventajoso que el sistema de asistencia al conductor esté configurado para adaptar al menos una condición límite y para calcular de nuevo las trayectorias transitables.

En particular es posible que en el cálculo de las trayectorias transitables únicamente se considere como área de conducción el área de la propia calzada, es decir, el área de una carretera, destinada al tráfico de vehículos, y que por lo tanto ésta constituya una condición límite para la determinación de las trayectorias transitables. Si el automóvil abandona el área de la calzada, por ejemplo debido a un movimiento de giro repentino por parte del conductor o a una situación de tráfico inesperada, para volver a la calzada el automóvil ha de atravesar un área que no pertenece a la calzada. En este caso resulta ventajoso adaptar el área de conducción de tal modo que el área entre el automóvil y la calzada, siempre que esté libre de obstáculos, se añada al área de conducción. En casos en los que se han de evitar colisiones con otros automóviles también puede resultar ventajoso añadir al área de conducción áreas adyacentes a la carretera.

No obstante también es posible variar otras condiciones límite. Por ejemplo, en algunas formas de realización del automóvil según la invención, en el cálculo de las trayectorias transitables las condiciones límite pueden estar fijadas de tal modo que inicialmente solo se determinan trayectorias transitables en un área de confort del conductor. En este caso es posible que inicialmente las condiciones se adapten a las condiciones límite físicas reales y que se calculen de nuevo las trayectorias transitables. De forma complementaria o alternativa también es posible reducir las distancias de seguridad o intervalos de seguridad para determinados parámetros. Además, por ejemplo algunos sistemas del vehículo, como los frenos, el motor o similares, pueden presentar un área de trabajo en el que es posible un deterioro de los componentes. Normalmente, en este caso, en el cálculo de las trayectorias transitables las condiciones límite se eligen inicialmente de tal modo que se evita dicha área de funcionamiento.

Además, en caso de que no se pueda calcular ninguna trayectoria o grupo de trayectorias transitables bajo la condición límite, en particular adaptada, es posible que el sistema de asistencia al conductor esté configurado para determinar una trayectoria de emergencia. De este modo, si no existe ninguna trayectoria físicamente transitable que evite una colisión con un obstáculo, la trayectoria de control se puede determinar de tal modo que en particular se eviten daños personales y se reduzcan en la mayor medida posible los daños al automóvil propio, a otros automóviles o a objetos de terceros. El modo de proceder fundamental para el cálculo de una trayectoria de este tipo es conocido por los expertos y por lo tanto no se explica más detalladamente.

Además es posible que la condición de activación o al menos una de las condiciones de activación y/o la condición límite o una de las condiciones límite para el cálculo de las trayectorias y/o los grupos de trayectorias transitables, y/o la elección de la trayectoria o la trayectoria de grupo a lo largo de la cual tiene lugar la conducción del automóvil, dependan de una característica del conductor predeterminada o determinada por el sistema de asistencia al conductor.

La característica del conductor puede ser introducida por ejemplo mediante un elemento de mando, pudiendo un conductor elegir en particular entre posibilidades discretas individuales, como por ejemplo un comportamiento de conducción deportiva o confortable deseado, o es posible que el conductor pueda introducir su comportamiento de conducción en una escala continua o multietapa. De forma alternativa o complementaria, la característica del conductor también se puede determinar y/o adaptar mediante evaluación de las trayectorias recorridas por el conductor.

Además, en el automóvil pueden estar previstos medios para vigilar un estado del conductor, es decir, en particular medios que identifican un cansancio o distracción del conductor, y el estado del conductor puede ser la característica del conductor determinada o influir en ésta. En el estado de la técnica se conocen procedimientos para identificar un cansancio o distracción del conductor y, por lo tanto, no es necesario explicarlos más detalladamente.

Una adaptación de la condición de activación puede tener lugar en particular mediante una adaptación del valor límite predeterminado. No obstante, también es posible adaptar la determinación de la medida de la cantidad de posibilidades de conducción de un conductor en función de una característica del conductor.

La invención se refiere además a un procedimiento para el control de un automóvil que incluye un sistema de asistencia al conductor, que incluye los pasos consistentes en:

- registrar datos propios relativos al automóvil y datos de entorno relativos al entorno del automóvil,
- calcular de forma anticipada trayectorias y/o grupos de trayectorias transitables bajo al menos una condición límite mediante evaluación de datos propios relativos al automóvil y datos de entorno relativos al entorno del automóvil por medio del sistema de asistencia al conductor,
- determinar un valor de posibilidades de conducción a partir de las trayectorias y/o grupos de trayectorias calculados, que es una medida de la cantidad de posibilidades de conducción de un conductor, por medio del sistema de asistencia al conductor,
- comprobar si el valor de posibilidades de conducción es inferior a un valor límite predeterminado, por medio del sistema de asistencia al conductor, y
- accionar un dispositivo de indicación para transmitir una indicación a un conductor y/o a un tercero y/o para intervenir en la conducción del automóvil por medio del sistema de asistencia al conductor si el valor de posibilidades de conducción es inferior al valor límite.

Evidentemente, el procedimiento se puede perfeccionar de mismo modo que el automóvil descrito.

Otras ventajas y detalles de la invención se desprenden de los ejemplos de realización y de los dibujos correspondientes. En este contexto se muestran:

Figura 1 esquemáticamente un ejemplo de realización de un automóvil según la invención,

Figura 2 una situación de tráfico,

Figura 3 otra situación de tráfico, y

Figura 4 un organigrama de un ejemplo de realización del procedimiento según la invención.

La Figura 1 muestra un automóvil 1 con un sistema de asistencia al conductor 2 que está configurado para, si se cumple una condición de activación, accionar un dispositivo de indicación 15 para transmitir una indicación a un conductor y/o un dispositivo de comunicación 6 para transmitir una indicación a otros automóviles y/o para intervenir en la conducción del vehículo. La condición de activación compara un valor de posibilidades de conducción, que es una medida de la cantidad de posibilidades de conducción de un conductor, con un valor límite predeterminado. Si dicho valor es inferior a este valor límite predeterminado, el sistema de asistencia al conductor 2 puede cambiar a un segundo modo de funcionamiento, en el que el automóvil 1 es conducido a lo largo de una trayectoria previamente calculada. La conducción a lo largo de esta trayectoria puede tener lugar en particular de forma autónoma sin posibilidad de intervención por parte del conductor. En este contexto, el sistema de asistencia al conductor 2 puede asumir toda la conducción longitudinal y transversal del automóvil. De forma complementaria o alternativa, puede accionar el dispositivo de indicación 15 o el dispositivo de comunicación 6 para la transmisión de indicaciones a un conductor y/o a terceros.

El automóvil 1 está equipado con un sistema "drive-by-wire", de tal modo que, en la conducción normal, los movimientos de giro de un conductor son registrados por un sensor de ángulo de giro 7 y, en determinadas circunstancias después de un procesamiento subsiguiente por medio de un sistema de control no mostrado, los movimientos de giro son transmitidos a la dirección 8 a través de un bus CAN 3. Del mismo modo, los accionamientos de un pedal de freno, un pedal de acelerador y un elemento de mando del cambio de marchas no mostrados son transmitidos a los dispositivos correspondientes del automóvil 1. Durante la conducción normal, la conducción del automóvil 1 tiene lugar principalmente por parte del conductor. Por lo tanto, el conductor se puede encargar por completo de la conducción del automóvil 1 o el conductor puede estar apoyado durante la conducción del automóvil 1 por sistemas de asistencia al conductor, como por ejemplo una regulación automática de distancia o un asistente de mantenimiento de carril. Lo esencial es que, en el primer modo de funcionamiento del sistema de asistencia al conductor 2, que representa una conducción usual, el conductor siempre tiene el control completo sobre el vehículo, es decir, en todo momento puede asumir el control por encima del apoyo de los sistemas de asistencia al conductor.

En el automóvil 1 está previsto además un elemento de mando 14 para la introducción de datos de características del conductor. Los datos de características del conductor también se pueden adaptar durante el funcionamiento del automóvil mediante la evaluación por el sistema de asistencia al conductor 2 de las trayectorias realmente recorridas por el conductor. El automóvil 1 incluye además un medio de registro 17 del estado del conductor, que está configurado como una cámara con un dispositivo de procesamiento de imágenes asignado. De este modo se pueden evaluar los parpadeos y el movimiento de las pupilas del conductor para identificar un cansancio o una distracción del conductor. De forma complementaria se evalúan los movimientos del volante 7 para complementar los datos del medio de registro 17 del estado del conductor. Las condiciones de activación, las condiciones límite en la determinación de trayectorias o grupos de trayectorias transitables y/o la elección de la trayectoria de control, a lo largo de la cual es conducido el automóvil en el segundo modo de funcionamiento, se pueden adaptar en función del estado del conductor registrado y de las características del conductor introducidas o determinadas.

Durante el funcionamiento del automóvil 1, el sistema de asistencia al conductor 2 puede consultar en todo momento, a través del bus CAN 3, informaciones sobre numerosos sistemas del automóvil para determinar datos propios o datos del entorno. El sistema de asistencia al conductor 2 puede utilizar datos de un sistema de navegación 4 para determinar una ruta planificada del automóvil 1 y consultar otras informaciones sobre el trazado de la carretera, por ejemplo un peralte o una pendiente de la carretera, radios de curvas o regulaciones del tráfico locales. Los datos obtenidos del sistema de navegación 4 se pueden complementar además mediante datos de un sensor de entorno 13 que está configurado como una cámara. En el automóvil está previsto además un dispositivo de determinación de posición 5 para determinar la posición del vehículo, que está configurado como un GPS.

El sistema de asistencia al conductor 2 puede obtener además otras informaciones del entorno a través de un dispositivo de comunicación 6, comunicándose con otros automóviles a través de una comunicación Car-2-Car o con dispositivos de infraestructura y/u otros automóviles a través de una comunicación Car-2-X. De este modo se pueden obtener directamente informaciones sobre el comportamiento de conducción de otros automóviles, que pueden ser utilizadas en el cálculo del modelo del entorno. A través del dispositivo de comunicación 6 también puede tener lugar una comunicación inalámbrica con bases de datos, en particular bases de datos de Internet, para complementar el modelo del entorno.

El sistema de asistencia al conductor 2 está configurado además para consultar numerosos sensores que miden parámetros del automóvil 1. De este modo se puede consultar la posición de una caja de cambios 12 automática y los parámetros de un sistema de gestión del motor 11. A partir de los datos de un sensor de ángulo de giro 7 y de sensores dispuestos en una dirección 8 se puede determinar un ángulo de giro del automóvil 1. Otros sensores son sensores en el sistema de frenos 10 y sensores de rotación 9 en las ruedas.

El sistema de asistencia al conductor 2 está configurado para calcular, a partir de los numerosos datos propios del automóvil 1 y de los numerosos datos del entorno determinados, un modelo dinámico para el automóvil 1 propio así como un modelo del entorno detallado, pronosticándose el movimiento de otros automóviles mediante un modelo dinámico correspondiente en cada caso. El sistema de asistencia al conductor 2 calcula varias trayectorias transitables para el automóvil 1 con el fin de determinar las situaciones de conducción futuras. En el cálculo de las trayectorias transitables se tienen en cuenta varias condiciones límite que aseguran la transitabilidad de la trayectoria, por ejemplo aceleraciones longitudinales y transversales máximas, y que tienen en cuenta las características del conductor. Las características del conductor se tienen en cuenta de tal modo que las condiciones límite que aseguran una transitabilidad de la trayectoria se restringen adicionalmente en función de las características del conductor. Para ello, en el sistema de asistencia al conductor 2 están previstas tablas de valores a partir de las cuales, dependiendo de las características del conductor, se indican, al menos para algunas de las condiciones límite, bien valores máximos o mínimos absolutos, bien valores relativos, que indican una fracción de un valor límite físicamente posible, que se utiliza como condición límite. La longitud temporal o espacial de las trayectorias se adapta en función de la densidad del tráfico y/o de la velocidad del vehículo.

Las trayectorias se pueden determinar de múltiples modos. En primer lugar se puede determinar un área de conducción para el automóvil 1, en la que es posible una conducción del automóvil 1. En esta área se determinan trayectorias que pueden ser recorridas por el vehículo 1, inicialmente sin tener en cuenta la velocidad del vehículo, y

a continuación se determinan perfiles de velocidad para estas trayectorias. Alternativamente, aquí también es posible calcular las trayectorias directamente de tal modo que incluyan tanto datos de localización y velocidad como, en determinadas circunstancias, otros parámetros. De forma alternativa o complementaria también se pueden determinar grupos de trayectorias transitables. En este caso, en un área transitable se pueden determinar uno o más grupos de trayectorias transitables, inicialmente sin tener en cuenta la velocidad del vehículo. A continuación se asignan perfiles de velocidad a los grupos de trayectorias. En este contexto es posible que los perfiles de velocidad también estén parametrizados a través de los parámetros que parametrizan el grupo de trayectorias, pero también se pueden determinar perfiles de velocidad individuales en cada caso para valores alejados de los parámetros mediante los cuales está parametrizado el grupo de trayectorias. Otra alternativa en la determinación de grupos de trayectorias consiste en la posibilidad de calcular grupos de trayectorias directamente de tal modo que éstos incluyan, además de datos de localización, también datos de velocidad y/u otros parámetros, como por ejemplo el ángulo flotante del automóvil, es decir el ángulo entre la dirección de movimiento del automóvil y la orientación del automóvil.

El sistema de asistencia al conductor 2 está configurado para determinar un valor de posibilidades de conducción a partir de las trayectorias o grupos de trayectorias así formados, que es una medida de la cantidad de posibilidades de conducción de un conductor. La medida de la cantidad de posibilidades de conducción puede ser la cantidad de trayectorias calculadas o la amplitud de un rango de valores de un parámetro que parametriza un grupo de trayectorias calculado. En este contexto se pueden tener en cuenta el rango de valores de un solo parámetro o los rangos de valores de varios parámetros. Si se tiene en cuenta un solo parámetro, se puede tener en cuenta la amplitud del rango de valores de una posición determinada en un momento determinado, o se puede tener en cuenta un valor máximo, valor mínimo o mediana para la amplitud del rango de valores. Para el cálculo de valores medios se puede integrar en particular la amplitud del rango de valores a lo largo de la trayectoria. El sistema de asistencia al conductor también puede evaluar la amplitud de rangos de valores de varios parámetros. En este caso, las amplitudes de los rangos de valores se multiplican o alternativamente se calcula una suma ponderada de las amplitudes de los rangos de valores de los parámetros individuales. De este modo se puede calcular un valor de posibilidades de conducción para un grupo de trayectorias individual.

Cuando se han determinado varios grupos de trayectorias transitables, también se puede determinar un valor de posibilidades de conducción a partir de uno solo de los grupos de trayectorias, en particular a partir del grupo de trayectorias con el mayor valor de posibilidades de conducción determinado para la trayectoria individual. No obstante, alternativamente también es posible tener en cuenta varios de los grupos de trayectorias o todos ellos sumando los valores de posibilidades de conducción de los grupos de trayectorias individuales para obtener un valor de posibilidades de conducción total.

Si el valor de posibilidades de conducción es inferior a un valor límite predeterminado y si se ha calculado al menos una trayectoria transitable, el sistema de asistencia al conductor 2 cambia al segundo modo de funcionamiento. En el segundo modo de funcionamiento, el control de la dirección 8, del sistema de frenos 10, del motor 11 y de la caja de cambios automática 12 tiene lugar de forma autónoma por parte del sistema de asistencia al conductor 2 de tal modo que el automóvil 1 es desplazado a lo largo de una trayectoria de control, que ha sido elegida por el sistema de asistencia al conductor 2 entre las trayectorias transitables o las trayectorias de grupo de los grupos de trayectorias transitables.

Si se determina que no se puede identificar ninguna trayectoria transitable bajo las condiciones límite previamente determinadas, el sistema de asistencia al conductor 2 está configurado para adaptar las condiciones límite, en cuyo caso la influencia de los datos de características del conductor sobre algunas condiciones límite se reduce, bien no teniendo en cuenta las condiciones límite dependientes de los datos de características del conductor, bien interpolando entre las condiciones límite dependientes de las características del conductor y las condiciones límite independientes de las características del conductor que aseguran la transitabilidad física de la trayectoria.

Si es necesaria dicha adaptación de las condiciones límite para la determinación de una trayectoria por la calzada, esto es considerado como un cumplimiento de la condición de activación y el sistema de asistencia al conductor 2 cambia al segundo modo de funcionamiento, en cuyo caso la conducción del automóvil tiene lugar a lo largo de una trayectoria transitable calculada con las condiciones límite adaptadas. Alternativamente también sería posible que no tuviera lugar ningún cambio al segundo modo de funcionamiento hasta haberse producido varias adaptaciones.

Además, en caso de que no se pueda calcular ninguna trayectoria transitable ni siquiera excluyendo por completo la consideración de los datos de características del conductor, el sistema de asistencia al conductor 2 está configurado para calcular una trayectoria de emergencia y conducir el automóvil 1 de forma autónoma a lo largo de la trayectoria de emergencia. Si no se puede calcular ninguna trayectoria físicamente transitable, se ha de partir de la base de que no es posible continuar la conducción de forma controlada. En este caso se puede calcular una trayectoria que detenga el automóvil, minimizando los daños a personas, al automóvil y a objetos de terceros.

En el segundo modo de funcionamiento, el sistema de asistencia al conductor 2 comprueba a intervalos regulares si existe una condición de conmutación de restitución. La condición de conmutación de restitución para un cambio de retroceso al primer modo de funcionamiento consiste en que ya no existe la condición de activación y que la situación del tráfico así como el trazado de la carretera en la posición del automóvil 1 permiten una restitución

segura del control del vehículo al conductor. En este contexto se evalúan las distancias a otros usuarios de la vía y a otros obstáculos y un tiempo previsible hasta la próxima intervención necesaria en la dirección.

La Figura 2 muestra una situación de tráfico en la que el automóvil 1 se acerca a una curva 18. Por el segundo carril se le acerca un automóvil 19 en sentido opuesto. Para determinar el modelo del entorno en primer lugar se tienen en cuenta datos del entorno relativos a la calzada. Una calzada se puede describir mediante un radio de curvatura 29 local de la calzada, un peralte de la calzada y una pendiente local de la calzada. A partir de estos datos y de los datos propios del automóvil 1, así como de un modelo dinámico que describe el automóvil 19 que se acerca en sentido opuesto, se pueden calcular trayectorias posibles de múltiples modos. En lo sucesivo se utiliza como un ejemplo simple un cálculo de las trayectorias en el que en primer lugar se determinan trayectorias como meros lugares geométricos, para los que se determina, en un paso independiente, al menos un perfil de velocidades posible. Por supuesto, alternativamente es posible utilizar procedimientos más exactos para el cálculo de trayectorias, que por ejemplo tienen en cuenta los ángulos de balanceo y de cabeceo del automóvil, o que también pueden calcular un movimiento de deriva del automóvil, es decir, un movimiento con un ángulo flotante grande.

Para el cálculo puramente geométrico de trayectorias, en primer lugar se calculan las trayectorias límite 21 y 22, que delimitan el corredor de conducción que puede ser recorrido por el automóvil 1. Las trayectorias límite 21, 22 están determinadas, por una parte, por el ángulo de giro máximo del automóvil 1 y, por otra, por el área de conducción. La determinación del área de conducción depende de los datos de características del conductor. Éstos influyen en la distancia 23, 24 a los bordes de la calzada, en si la trayectoria del automóvil puede compartir un carril contrario y en qué medida puede hacerlo, lo que está indicado mediante la flecha doble 25, y en qué distancia mínima 27 se ha de mantener con respecto a obstáculos. Suponiendo que el automóvil 1 no acelera antes de pasar el vértice 30 de la curva 18, a partir del modelo dinámico para el automóvil 19 se calcula de forma anticipada que, en el momento en el que el automóvil 1 pasa junto al automóvil 19, el automóvil 19 ha llegado a la posición 28 o ya ha pasado por la misma. Por lo tanto, la trayectoria de borde 21 izquierda ha de mantener una distancia mínima 27 a dicha posición pronosticada. De forma complementaria, en la Figura 2 se muestra una trayectoria ideal 20 para el automóvil 1, que está determinada bajo la condición límite adicional de que ninguna parte del automóvil 1 invada el carril contrario.

La trayectoria ideal 20 se ha calculado con un procedimiento A*. Las trayectorias geoméricamente posibles se pueden determinar identificando múltiples trayectorias intermedias entre la trayectoria ideal 20 y las trayectorias de delimitación 21, 22. Los ángulos de giro en el área de la posición efectiva del automóvil se pueden variar para de este modo obtener una transición continua entre las diferentes trayectorias. No obstante, las trayectorias situadas entre las trayectorias 20, 21, 22 se pueden determinar de muchos otros modos, pero únicamente se determinan en particular aquellas trayectorias que presentan como máximo una cantidad predeterminada de puntos de inflexión.

De forma complementaria se señala que también es posible calcular previamente solo las trayectorias 21, 22 y a continuación rellenar el espacio entre estas trayectorias mediante una interpolación entre dichas trayectorias. Las trayectorias geométricas se pueden determinar como trayectorias individuales calculando trayectorias con una distancia predeterminada, por ejemplo de unos centímetros. No obstante también es posible calcular las trayectorias como uno o más grupos de trayectorias que están parametrizados a través de al menos un parámetro. Por ejemplo se pueden definir trayectorias a través de una curvatura grande y una longitud del área curvada. Si en una descripción de este tipo se predeterminan rangos de valores para los parámetros, es posible representar numerosas trayectorias de forma muy compacta.

A las trayectorias individuales calculadas se les puede asignar en cada caso un perfil de velocidades. Si las trayectorias están definidas como un grupo de trayectorias, también es posible parametrizar del mismo modo el perfil de velocidades. El perfil de velocidades describe un desarrollo de las velocidades del automóvil 1 en caso de un movimiento a lo largo de la trayectoria, cumpliendo un movimiento a lo largo de las trayectorias con estas velocidades una o más condiciones límite. En este contexto, una condición límite decisiva consiste en que la fuerza centrífuga que actúa sobre el automóvil 1 en la curva no supere la fuerza de rozamiento de adherencia entre los neumáticos 18 del automóvil 1 y la carretera. La fuerza de rozamiento de adherencia entre el automóvil 1 y la carretera se puede determinar en el caso más sencillo a partir de la masa del vehículo y un coeficiente de rozamiento entre la carretera y los neumáticos. No obstante, también es posible tener en cuenta por ejemplo ángulos de balanceo y de cabeceo del automóvil 1, con lo que las fuerzas normales que actúan sobre los neumáticos 18 individuales del automóvil 1 son diferentes entre sí y, por lo tanto, existen fuerzas de rozamiento diferentes para cada uno de los neumáticos 18 del automóvil 1.

El coeficiente de rozamiento para los neumáticos está fijado en función del tipo de neumático para el automóvil. También es posible adaptar este coeficiente de rozamiento para los neumáticos en función de la distancia recorrida por el neumático o dinámicamente en determinadas situaciones de conducción. Un coeficiente de rozamiento para la calzada se puede estimar como un valor fijo. No obstante, resulta ventajoso adaptar este valor en función de informaciones, por ejemplo de un sistema de navegación o de uno o más sensores del vehículo. El tipo de pavimento de la carretera se determina mediante una cámara o mediante los datos de un sistema de navegación. A partir del tipo de pavimento de la carretera se puede hacer una buena predicción del coeficiente de rozamiento. Además, mediante una cámara o una evaluación de imágenes se pueden reconocer ensuciamientos de la carretera y el coeficiente de rozamiento local se puede adaptar correspondientemente. Además se pueden tener en cuenta condiciones meteorológicas, en particular la temperatura y la humedad.

Mediante una comparación de la fuerza de rozamiento entre el automóvil 1 y la carretera, o entre los neumáticos 18 individuales y la carretera, con las fuerzas centrífugas que se producen para las trayectorias, se pueden determinar velocidades límite en las que la fuerza de rozamiento y la fuerza centrífuga son iguales. No obstante, en esta comparación también se pueden tener en cuenta de forma ventajosa aceleraciones adicionales mediante una aceleración o un frenado del automóvil. En este contexto, la cuantía de la suma vectorial de la aceleración longitudinal y la aceleración transversal del automóvil multiplicada por la masa de éste no ha de ser superior a la fuerza de rozamiento. Esto corresponde al principio del círculo de Kamm. Normalmente se determina un perfil de velocidades máximas para una trayectoria, pudiendo preverse en la determinación del perfil de velocidades máximas en particular distancias de seguridad entre las fuerzas de aceleración que actúan sobre el automóvil a lo largo de la trayectoria y la fuerza de rozamiento. Las distancias de seguridad se determinan en función de los datos de características del conductor. De forma complementaria o alternativa también es posible predeterminar valores máximos dependientes de las características del conductor para las aceleraciones.

Como resultado de ello, en el sistema de asistencia al conductor están disponibles las trayectorias transitables que presentan en cada caso un lugar geométrico y un perfil de velocidades asignado al lugar geométrico. Por medio de estas trayectorias se puede determinar un valor de posibilidades de conducción que indica cuántas trayectorias separadas en sus parámetros, es decir, en particular trayectorias que se extienden adyacentes entre sí en el espacio local, pueden ser recorridas. Si este valor de posibilidades de conducción es inferior a un valor límite predeterminado, se cumple la condición de activación y el sistema de asistencia al conductor puede accionar un dispositivo de indicación o intervenir en la conducción del vehículo, en particular cambiando al segundo modo de funcionamiento en el que el automóvil es conducido de forma autónoma.

Evidentemente, para las trayectorias también se pueden calcular inicialmente perfiles de velocidades que indican las velocidades máximas posibles en cada punto sin tener en cuenta la velocidad efectiva momentánea del automóvil 1. A continuación, las velocidades iniciales de las trayectorias se pueden comparar con la velocidad efectiva del automóvil y, si la velocidad efectiva del automóvil 1 supera la velocidad inicial, las trayectorias correspondientes se pueden desechar, es decir, no ser ya tenidas en cuenta al continuar el procedimiento. Si el valor de posibilidades de conducción determinado a partir de la cantidad de trayectorias restantes es ahora inferior al valor límite predeterminado, se cumple la condición de activación y se puede accionar un dispositivo de indicación para transmitir una indicación al conductor o a un tercero, o el sistema de asistencia al conductor puede intervenir en la conducción de vehículo.

A continuación se describe el cumplimiento de la condición de activación y la elección de la trayectoria de control. Si el automóvil 1 se desplaza a baja velocidad, todas las trayectorias entre las trayectorias de delimitación 21 y 22 son transitables. La forma geométrica de las trayectorias calculadas solo está limitada por el requisito de una cantidad máxima de puntos de inflexión. La condición de activación es la amplitud del grupo de trayectorias en el vértice 30 de la curva 18, es decir, en caso de velocidades bajas, la distancia entre las trayectorias de delimitación 21 y 22 en dirección perpendicular a la dirección de desplazamiento.

En caso de velocidades más altas del automóvil 1, algunas de las trayectorias transitables a bajas velocidades ya no son transitables. A partir de la velocidad inicial de la trayectoria respectiva resultan aceleraciones laterales mínimas que dependen de un radio de curvatura 29 local de la trayectoria respectiva. Debido a un valor máximo predeterminado para la aceleración transversal, estas trayectorias ya no se pueden calcular o se desechan después del cálculo. En caso de una velocidad creciente, al alcanzar una velocidad límite ya solo son transitables una o más trayectorias ideales discretas manteniendo las condiciones límite predeterminadas. Por lo tanto, con una velocidad creciente, la amplitud geométrica del grupo de trayectorias se estrecha hasta que ya solo es transitable la trayectoria ideal 20. Si la amplitud del grupo de trayectorias cae por debajo de un valor límite predeterminado, el sistema de asistencia al conductor cambia al segundo modo de funcionamiento y conduce el automóvil 1 de forma autónoma a lo largo de la trayectoria ideal 20.

Después de recorrer la curva 26, de nuevo se puede transitar por un amplio grupo de trayectorias. Por lo tanto, dependiendo de la situación del tráfico y del trazado de la ruta, el sistema de asistencia al conductor puede cambiar al primer modo de funcionamiento.

La Figura 3 muestra otra situación de tráfico en la que el automóvil 1 se desplaza por la calzada 31, estando la calzada 31 parcialmente bloqueada por un obstáculo 32 delante del automóvil 1. El sistema de asistencia al conductor del automóvil 1 registra continuamente datos propios y datos del entorno y determina que el automóvil 1 ha de ser conducido sobre la calzada 31 rodeando el obstáculo 32. El sistema de asistencia al conductor 2 del automóvil 1 determina permanentemente trayectorias transitables para el vehículo bajo al menos una condición límite. Aquí se muestran a modo de ejemplo exclusivamente las trayectorias 34 a 41, que conducen a un punto de destino 33 y que tienen como resultado una orientación del automóvil en la dirección indicada por la flecha 50. Otras condiciones límite para las trayectorias 34 a 41 consisten en que las trayectorias 34 a 41 solo presenten en cada caso un punto de inflexión y que, teniendo en cuenta la posición 42 a 49, en la que es necesaria en cada caso una primera intervención en la dirección para conducir el automóvil 1 a lo largo de una de las trayectorias 34 a 41, se maximicen los radios de las curvas que se han de recorrer y de este modo se minimicen las fuerzas de aceleración laterales que actúan sobre el automóvil 1. Bajo esta condición también se podría calcular además otro grupo de trayectorias en el que el automóvil a partir de la posición 42 recorre una curva con un radio más pequeño que el de

la trayectoria 34. Estas trayectorias corresponden esencialmente a un reflejo de la trayectoria mostrada en la línea de unión entre el automóvil 1 y el punto de destino 33. Estas trayectorias no se muestran para disponer de una mayor claridad.

5 Las trayectorias 34 a 41 pueden ser tenidas en cuenta por el sistema de asistencia al conductor 2 del automóvil 1 en forma de un grupo de trayectorias, eligiéndose la posición 42 a 49 en la que tiene lugar la intervención en la dirección como parámetro para la parametrización del grupo de trayectorias. No obstante, en lo sucesivo se parte de la base de que el sistema de asistencia al conductor 2 del automóvil 1 calcula las trayectorias 34 a 41 como trayectorias discretas, que están separadas en el parámetro de la posición 42 a 49 de la intervención en la conducción.

10 La trayectoria 34 es la trayectoria con el radio de curvatura mínimo más grande que puede ser determinada para un automóvil en la posición 42 bajo las condiciones límite dadas. Por lo tanto, la trayectoria 34 es también la trayectoria en la que, con una velocidad inicial dada, sobre el automóvil 1 actúan las fuerzas centrífugas más pequeñas. La trayectoria 41 presenta radios de curvatura que están limitados por el ángulo de giro máximo del automóvil 1. Los radios de curvatura de la trayectoria 41 son los radios de curvatura más pequeños de las trayectorias mostradas. Por
15 lo tanto, al recorrer la trayectoria 41 a la misma velocidad, sobre el automóvil 1 siempre actuarán las fuerzas centrífugas más grandes.

En la situación de tráfico mostrada, si el automóvil 1 se desplaza a baja velocidad hacia el obstáculo 32, el automóvil 1 puede recorrer inicialmente todas las trayectorias 34 a 41 bajo las condiciones límite dadas. Por lo tanto, con el tipo de cálculo mostrado, inicialmente el automóvil 1 puede recorrer ocho trayectorias. En una situación de
20 conducción real, normalmente se calculan muchas más trayectorias, ya que son posibles más puntos de destino además del punto de destino 33, que la dirección de destino indicada con la flecha 50 no está predeterminada de forma fija, que son posibles las trayectorias anteriormente mencionadas que se reflejan en la línea de unión entre el automóvil 1 y el punto de destino 33, y que las distancias elegidas entre las trayectorias en el parámetro seleccionado en cada caso para la separación normalmente son mucho más pequeñas. La baja cantidad de
25 trayectorias representadas se ha elegido en el ejemplo para disponer de una mayor claridad.

Si en este ejemplo el automóvil 1 continúa desplazándose a baja velocidad en línea recta, después de pasar la posición 42 la cantidad de trayectorias calculadas se reduce a siete, ya que la trayectoria 34 ya no puede ser recorrida. Después de pasar la posición 43 la cantidad de trayectorias transitables se reduce a seis, después de
30 pasar la posición 44 se reduce a cinco, y así sucesivamente. Si en el sistema de asistencia al conductor del automóvil 1 están almacenados dos valores límite, de tal modo que al caer por debajo de un valor límite de cinco trayectorias se activa un dispositivo de indicación para transmitir una indicación a un conductor y al caer por debajo de un valor límite de tres trayectorias determinadas se produce una intervención autónoma en la dirección, después de pasar la posición 45 en el automóvil 1 se transmitiría una indicación al conductor referente a la necesidad de una intervención en la dirección por parte del mismo, y si esta intervención en la dirección siguiera sin producirse,
35 después de pasar la posición 47 se iniciaría una conducción autónoma hasta el punto de destino 33, y también más allá dependiendo de la situación del tráfico y del trazado de la carretera.

En el ejemplo arriba mencionado, la cantidad de trayectorias transitables está determinada exclusivamente por la posición del automóvil 1 y por un ángulo de giro máximo delimitado por la construcción del automóvil 1. Sin embargo, en una ampliación del ejemplo arriba mencionado también es posible tener en cuenta un perfil de
40 velocidades para la velocidad máxima a lo largo de cada una de las trayectorias 34 a 41. Tal como se ha explicado al principio, los radios de curvatura mínimos que son recorridos durante el recorrido de las trayectorias, disminuyen de forma continua desde la trayectoria 41 hacia la trayectoria 34. Las fuerzas centrífugas que actúan sobre el automóvil son directamente proporcionales al cuadrado de la velocidad e inversamente proporcionales al radio de curvatura local. Esto significa que las trayectorias con un radio de curvatura mínimo grande, como la trayectoria 34,
45 pueden ser recorridas a una velocidad mucho mayor que las trayectorias con un radio de curvatura mínimo pequeño, como por ejemplo la trayectoria 41. Esto significa que, a partir de una primera velocidad efectiva determinada del automóvil 1, la trayectoria 41 ya no es transitable, a partir de una segunda velocidad efectiva más alta del automóvil, la trayectoria 40 ya no es transitable, y así sucesivamente. Si la velocidad del automóvil es tan alta que por ejemplo la trayectoria 38 todavía puede ser recorrida, pero la trayectoria 39 ya no, en la posición 42 ya solo cinco de las
50 trayectorias 34 a 41 son transitables para el automóvil 1. Si se adoptan las mismas condiciones que más arriba para la transmisión de una advertencia y el inicio de una conducción autónoma, al pasar la posición 42 en el automóvil 1 se acciona un dispositivo de indicación y al pasar la posición 44, si el conductor no ha intervenido previamente en la conducción, se inicia una conducción autónoma.

Es evidente que el procedimiento correspondiente también se puede ampliar de tal modo que se tengan en cuenta
55 aceleraciones y procesos de frenado a lo largo de las trayectorias, siendo en particular posible predeterminar, en función de la fuerza de rozamiento entre el automóvil 1 y la carretera 31, una aceleración total máxima para cada punto de la trayectoria, que está compuesta por una aceleración o una desaceleración del automóvil y una fuerza centrífuga debida a movimientos de dirección. Por consiguiente, para determinar los perfiles de velocidades a lo largo de las trayectorias 34 a 41, en este caso se utiliza el principio del círculo de Kamm.

La Figura 4 muestra un organigrama de un ejemplo de realización de un procedimiento para la conducción de un automóvil. En el paso S1 se registran múltiples datos propios y datos del entorno, que son puestos a disposición del sistema de asistencia al conductor. Los datos propios y los datos del entorno se pueden registrar mediante múltiples sensores, dispositivos de comunicación y similares, y se pueden determinar con ayuda de una posición del automóvil determinada a partir de bases de datos locales o bases de datos a las que se puede acceder de forma inalámbrica. A partir de los datos propios y los datos del entorno determinados, y también a partir de unas características del conductor determinadas o introducidas por un conductor, que en determinadas circunstancias están modificadas por los datos de un medio de registro del estado del conductor, en el paso S2 se determinan condiciones límite para el cálculo de las trayectorias transitables. En particular, a partir de los datos del entorno se puede fijar un área de conducción para el automóvil, que puede ser recorrida por el automóvil. Además se tienen en cuenta en particular características del automóvil, como un ángulo de giro máximo y valores de rozamiento de los neumáticos. Por ejemplo, a partir de los valores de rozamiento de los neumáticos, de una característica de la carretera conocida o determinada mediante sensores, de informaciones meteorológicas y del peso total del automóvil, que por ejemplo se determina con ayuda de sensores en la suspensión del automóvil, se puede determinar una fuerza de rozamiento máxima que no ha de ser superada por las aceleraciones totales del automóvil.

En el paso S3 se determinan trayectorias y/o grupos de trayectorias transitables teniendo en cuenta las condiciones límite. La determinación de las trayectorias y grupos de trayectorias transitables ya se ha explicado con referencia a las Figuras 1 a 3.

En el paso S4 se comprueba si se ha podido identificar al menos una trayectoria transitable bajo las condiciones límite determinadas en el paso S2. Si se ha podido identificar una trayectoria o un grupo de trayectorias transitables de este tipo, en el paso S5 se determina un valor de posibilidades de conducción, que es una medida de la cantidad de posibilidades de conducción de un conductor. El valor de posibilidades de conducción se puede calcular en particular a partir de la cantidad de trayectorias calculadas o de la amplitud de un rango de valores de un parámetro que parametriza un grupo de trayectorias. Más arriba ya se han descrito otras posibilidades para el cálculo de valores de posibilidades de conducción con referencia a las Figuras 1 y 2.

En el paso S6, el valor de posibilidades de conducción se compara con un valor límite. El valor límite puede estar predeterminado de forma fija, pero también se puede adaptar en función de un requisito del conductor o de unas características del conductor determinadas. Si el valor de posibilidades de conducción es mayor o igual que un valor límite predeterminado, se ha de partir de la base de que el conductor tiene suficientes posibilidades de conducción para seguir conduciendo él mismo el automóvil con seguridad. Por lo tanto, el procedimiento se puede repetir a partir del paso S1 sin transmitir ninguna indicación ni intervenir en el proceso de conducción.

Si el valor de posibilidades de conducción es inferior al valor límite predeterminado, en el paso S7 se puede transmitir una advertencia al conductor. En el ejemplo de realización mostrado, la advertencia transmitida indica al conductor directamente que se realiza un cambio a una conducción autónoma. Alternativamente sería posible inicialmente solo transmitir una advertencia cuando el valor de posibilidades de conducción sea inferior un primer valor límite y no intervenir en la conducción hasta que el valor de posibilidades de conducción sea inferior a un segundo valor límite, más bajo. En el paso S7, además de una advertencia al conductor, también puede tener lugar una advertencia a otros usuarios de la vía. Por ejemplo, se pueden activar luces de advertencia en el automóvil, accionar un emisor de señales acústicas, por ejemplo una bocina, o se puede realizar una comunicación directa de vehículo a vehículo con ayuda de un dispositivo de comunicación.

En el paso S8, a partir de las trayectorias o los grupos de trayectorias anteriormente determinados se determina una trayectoria de control a lo largo de la cual es conducido el automóvil en el segundo modo de funcionamiento, en particular de forma autónoma y sin posibilidad de intervención por parte del conductor. Dado que en el paso S4 ya se ha comprobado que se ha identificado al menos una trayectoria transitable bajo las condiciones límite determinadas, de este modo es posible una conducción del automóvil a lo largo de una trayectoria previamente calculada. Por regla general, de este modo se logra que la conducción del automóvil pueda continuar, es decir, que el automóvil no tenga que ser frenado hasta detenerlo.

Dado que ahora está determinada una trayectoria de control, en el paso S9 el automóvil puede ser conducido a lo largo de esta trayectoria de control en un segundo modo de funcionamiento del sistema de asistencia al conductor. De este modo, la conducción del automóvil puede tener lugar en particular de forma totalmente autónoma, de tal modo que el sistema de asistencia al conductor se encarga de toda la conducción longitudinal y transversal del automóvil. En este contexto es posible en particular que el conductor no pueda asumir el control por encima de las intervenciones de conducción del sistema de asistencia al conductor.

En particular después de un breve intervalo de espera, en el paso S10 se comprueba si se cumple la condición de conmutación de restitución, es decir, en particular si la situación del tráfico y el trazado de la ruta posibilitan una restitución segura del control de conducción a un conductor. Si dicha restitución es posible, el control del vehículo puede ser transferido al conductor y el procedimiento puede continuar en el paso S1. En este contexto, en particular es posible que en primer lugar se transmita una indicación al conductor, que el conductor desee dicha reasunción de la conducción del automóvil, y que la restitución solo pueda tener lugar después de una manipulación de mando del conductor que indique una voluntad de reasunción.

Si en el paso S10 se determina que no se cumple una condición de conmutación de restitución, en el paso S11 se determinan de nuevo datos propios y datos del entorno y, en caso necesario, en el paso S12 se adapta la trayectoria de control. A continuación, la conducción autónoma continúa en el paso S9.

5 Si en el paso S4 se determina que no se ha podido identificar ninguna trayectoria transitable bajo las condiciones límite determinadas en el paso S3, en el paso S13 tiene lugar una adaptación de las condiciones límite. En este contexto ya no se puede tener en cuenta en particular una característica del conductor, en particular un deseo de confort del conductor. Además es posible, por ejemplo, reducir distancias de seguridad a objetos o distancias de seguridad a aceleraciones máximas posibles, o definir como área de conducción áreas que previamente estaban excluidas del área de conducción. A continuación, en el paso S14 puede tener lugar un nuevo cálculo de las trayectorias transitables. En particular se puede determinar directamente una trayectoria de control para el automóvil, ya que si en el paso S3 es imposible determinar una trayectoria bajo las condiciones límite determinadas en el paso S2, en el ejemplo de realización esto provoca que el sistema de asistencia al conductor deba intervenir en la conducción.

10 En el paso S15 se comprueba si en el paso S14 se ha podido determinar al menos una trayectoria. Si es así, en caso de que en el paso S14 se hayan determinado varias trayectorias, en el paso S16 se puede elegir una de estas trayectorias como trayectoria de control. A continuación, en el paso S9 el sistema de asistencia al conductor conduce el vehículo tal como se ha descrito.

20 Si en el paso S15 se determina que después de la adaptación de las condiciones límite en el paso S13 sigue sin poder determinarse ninguna trayectoria transitable, en el paso S17 se calcula una trayectoria de emergencia. La imposibilidad de determinar una trayectoria transitable ni siquiera después de la adaptación de las condiciones límite significa que no es posible seguir conduciendo el automóvil de forma segura. Por ello, en el paso S17 se determina una trayectoria para, siempre que sea posible, detener el automóvil con seguridad y, si esto no es posible, reducir las consecuencias de colisiones inevitables u otros movimientos de conducción no deseados. En el estado de la técnica se conocen procedimientos para determinar una trayectoria de emergencia de este tipo y, por lo tanto, no es necesario explicarlos más detalladamente.

25 En el paso S18, el automóvil es conducido a lo largo de dicha trayectoria de emergencia, pudiendo accionarse directamente en particular otros sistemas de seguridad, como sistemas de protección de peatones, sistemas de retención o similares.

En este caso, el procedimiento termina en el paso S19, normalmente con un automóvil detenido.

30

REIVINDICACIONES

1. Automóvil que incluye al menos un sistema de asistencia al conductor (2) que consiste en particular en un sistema de seguridad y que está configurado para, bajo al menos una condición límite, calcular trayectorias transitables (20, 21, 22, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41) y/o grupos de trayectorias mediante evaluación de datos propios relativos al automóvil (1) y de datos del entorno relativos al entorno del automóvil, determinar a partir de las trayectorias (20, 21, 22, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41) y/o de los grupos de trayectorias calculados un valor de posibilidades de conducción que es una medida de la cantidad de posibilidades de conducción de un conductor, cambiar a un segundo modo de funcionamiento si se cumple una condición de activación o al menos una de varias condiciones de activación, y conducir el automóvil (1) en el segundo modo de funcionamiento a lo largo de una de las trayectorias (20, 21, 22, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41) calculadas o de una trayectoria de grupo descrita por uno de los grupos de trayectorias calculados, consistiendo al menos una de las condiciones de activación en que el valor de posibilidades de conducción sea inferior a un valor límite predeterminado, caracterizado por que la conducción del automóvil en el segundo modo de funcionamiento tiene lugar sin posibilidad de intervención por parte del conductor, estando configurado el sistema de asistencia al conductor (2) para controlar de forma autónoma el motor (11) y/o la caja de cambios (12), preferiblemente automática, del automóvil sin posibilidad de intervención por parte del conductor.
2. Automóvil según la reivindicación 1, caracterizado por que el sistema de asistencia al conductor (2) está configurado para determinar al menos un área de conducción que comienza en la posición (42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49) del automóvil y que puede ser recorrida por el automóvil, consistiendo la condición límite o una de las condiciones límite en que las trayectorias (20, 21, 22, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41) y/o los grupos de trayectorias calculados se extiendan por completo dentro del área de conducción.
3. Automóvil según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el sistema de asistencia al conductor (2) está configurado para calcular las trayectorias (20, 21, 22, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41) de tal modo que éstas están separadas por una distancia predeterminada o adaptable de al menos uno de sus parámetros, en particular de una coordenada espacial.
4. Automóvil según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el sistema de asistencia al conductor (2) está configurado para determinar al menos un perfil de velocidades para cada una de las trayectorias (20, 21, 22, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41) calculadas y/o cada uno de los grupos de trayectorias calculados.
5. Automóvil según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el valor de posibilidades de conducción consiste en la cantidad de trayectorias (20, 21, 22, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41) calculadas o por que el sistema de asistencia al conductor está configurado para determinar el valor de posibilidades de conducción a partir de la amplitud de un rango de valores de al menos un parámetro de al menos uno de los grupos de trayectorias calculados.
6. Automóvil según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el sistema de asistencia al conductor (2) está configurado para, en el segundo modo de funcionamiento, controlar de forma autónoma la dirección (8) y/o el sistema de frenos (10) del automóvil sin posibilidad de intervención por parte del conductor.
7. Automóvil según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el sistema de asistencia al conductor (2) está configurado para, en caso de que no se pueda calcular ninguna trayectoria (20, 21, 22, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41) o ningún grupo de trayectorias transitables bajo la condición límite, adaptar la condición límite o al menos una de las condiciones límite y calcular al

menos una trayectoria (20, 21, 22, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41) y/o grupo de trayectorias transitables bajo la condición límite adaptada.

8. Automóvil según una de las reivindicaciones precedentes,
caracterizado por

5 que el sistema de asistencia al conductor (2) está configurado para, en caso de que no se pueda calcular ninguna trayectoria (20, 21, 22, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41) o grupo de trayectorias transitables bajo la condición límite, en particular adaptada, determinar una trayectoria de emergencia.

9. Automóvil según una de las reivindicaciones precedentes,
caracterizado por

10 que la condición de activación o al menos una de las condiciones de activación y/o la condición límite o una de las condiciones límite para el cálculo de las trayectorias (20, 21, 22, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41) y/o grupos de trayectorias transitables y/o la elección de a lo largo de cuál de las trayectorias o trayectorias de grupo tiene lugar la conducción del automóvil, dependen de una característica del conductor predeterminada o determinada por el sistema de asistencia al conductor.

- 15 10. Procedimiento para el control de un automóvil que incluye al menos un sistema de asistencia al conductor, que incluye los pasos consistentes en:

- registrar datos propios relativos al automóvil y datos de entorno relativos al entorno del automóvil,
- 20 - calcular de forma anticipada trayectorias y/o grupos de trayectorias transitables bajo al menos una condición límite mediante evaluación de datos propios relativos al automóvil y de datos de entorno relativos al entorno del automóvil por medio del sistema de asistencia al conductor,
- determinar un valor de posibilidades de conducción a partir de las trayectorias y/o grupos de trayectorias calculados, que es una medida de la cantidad de posibilidades de conducción de un conductor, por medio del sistema de asistencia al conductor,
- 25 - comprobar si el valor de posibilidades de conducción es inferior a un valor límite predeterminado, por medio del sistema de asistencia al conductor, y
- conducir el automóvil de forma autónoma por medio del sistema de asistencia al conductor, sin posibilidad de intervención por parte del conductor, a lo largo de una de las trayectorias calculadas o de una trayectoria de grupo descrita por uno de los grupos de trayectorias calculados, si el valor de posibilidades de conducción es inferior al valor límite, siendo accionados el motor y/o la caja de cambios del automóvil de forma autónoma por el sistema de
- 30 asistencia al conductor sin posibilidad de intervención por parte del conductor.

FIG. 1

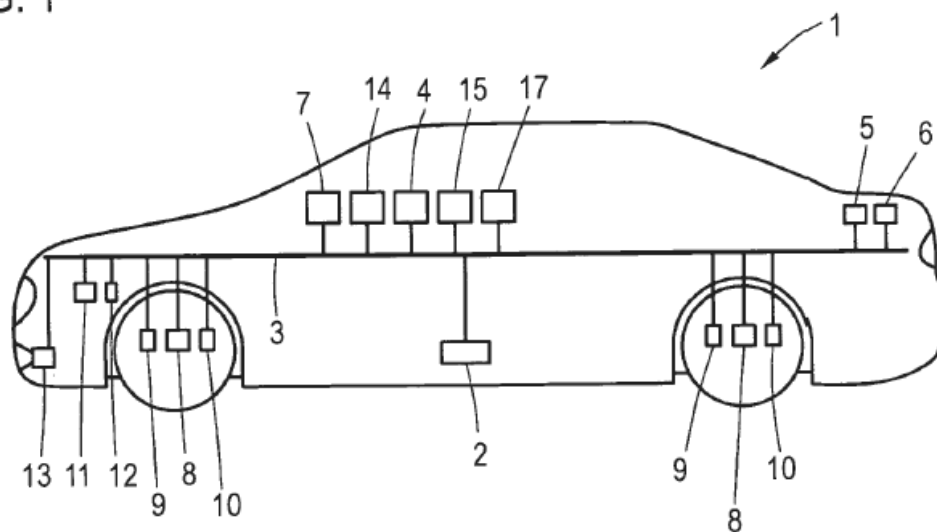


FIG. 2

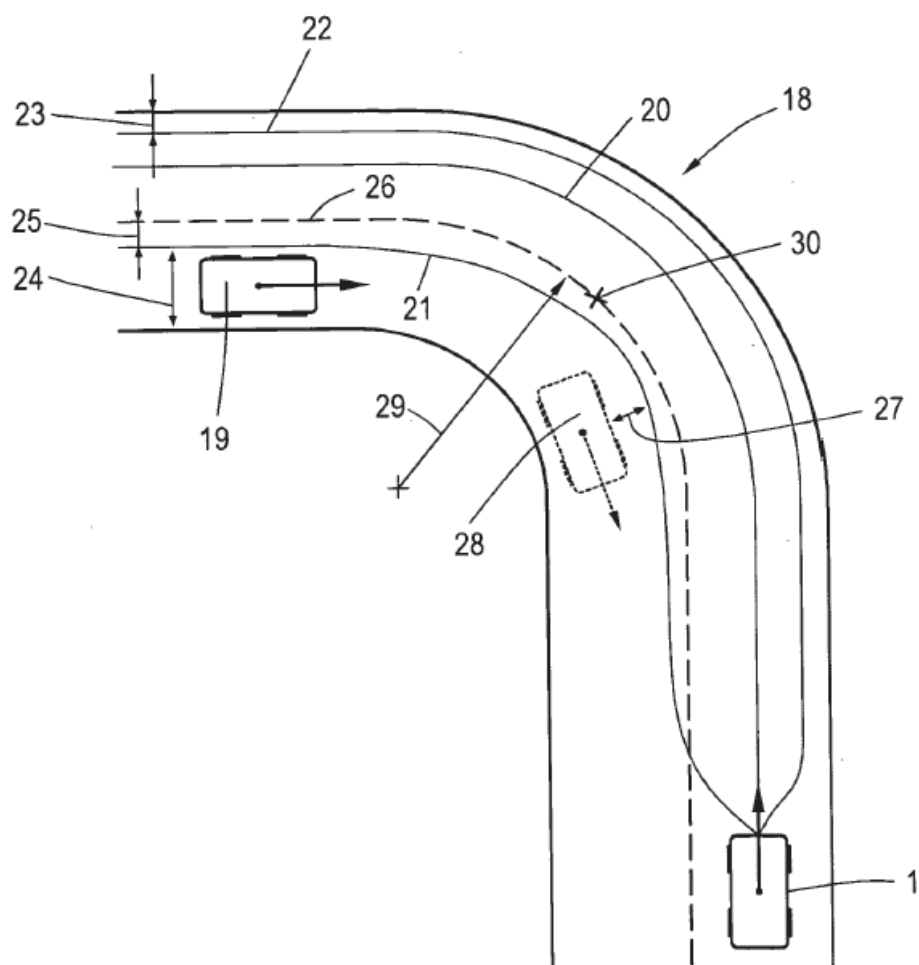


FIG. 3

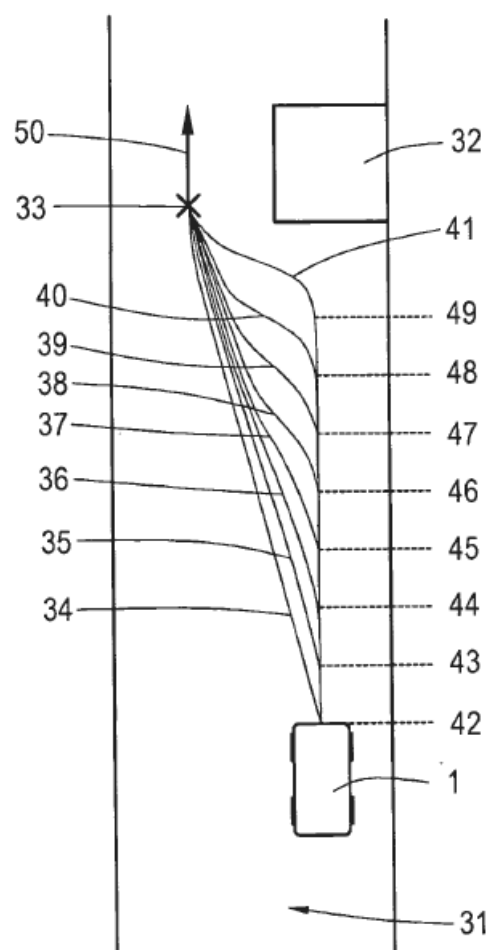


FIG. 4

