

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 772 749**

51 Int. Cl.:

**B62D 6/00** (2006.01)

**B60W 10/20** (2006.01)

**B60W 10/30** (2006.01)

**B60W 30/02** (2012.01)

**B60Q 5/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.02.2017 PCT/SE2017/050100**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.08.2017 WO17135884**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.02.2017 E 17705188 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2019 EP 3411280**

54 Título: **Procedimiento para el control de la dirección y el comportamiento de un vehículo**

30 Prioridad:

**05.02.2016 SE 1630022**

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

**08.07.2020**

73 Titular/es:

**SENTIENT IP AB (100.0%)**

**Anders Carlssons gata 7**

**417 55 Göteborg, SE**

72 Inventor/es:

**HULTÉN, JOHAN**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 772 749 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**

Procedimiento para el control de la dirección y el comportamiento de un vehículo

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para controlar un accionador de retorno de par en un sistema de dirección de dirección por cable y al menos un accionador de guiñada y/o estado lateral del vehículo de acuerdo con las características de la reivindicación 1.

La invención también se refiere a un dispositivo correspondiente, así como un sistema para controlar un accionador de retorno de par en un sistema de dirección de dirección por cable.

**Antecedentes de la invención**

10 La dirección por cable ha estado disponible para aviones durante décadas, y ahora está surgiendo en los vehículos de pasajeros. La dirección por cable ofrece varios beneficios, tales como:

- la posibilidad de tener una relación de dirección variable, lo que significa que la relación entre el volante y las ruedas de carretera no es constante sobre la velocidad del vehículo,

15 - un desacoplamiento entre la cremallera de dirección y la columna de dirección para facilitar el embalaje, especialmente para adoptar en el tráfico del carril izquierdo frente al derecho, y

- una posibilidad de introducir funciones de control donde el volante no se mueve de acuerdo con la rueda de carretera, tal como, por ejemplo, un soporte de sobreviraje de la dirección, en el que el volante no se mueve cuando las ruedas de carretera se controlan para lograr un contraviraje del vehículo.

Para lograr diferentes beneficios de dirección por cable, se han realizado varias invenciones.

20 El documento WO 0222397-A1 (Kaufman *et al.*) presenta un control de dirección por cable de tal manera que la fuerza de retroalimentación de la dirección está hecha exclusivamente de un modelo matemático. La sensación de dirección creada por este modelo se basa principalmente en las señales del ángulo del volante y la velocidad del vehículo.

25 Un enfoque totalmente diferente se presenta en el documento EP 1228941-A2 (Sanset *et al.*) donde se describe como un control que se estima la carga de cremallera y que el par de referencia del accionador de retroalimentación de dirección se basa en esta carga de cremallera. Esto significa que el sistema "imita" un sistema tradicional de dirección asistida eléctrica basado en la curva de impulso.

Todavía se presenta otro enfoque en el documento US20050189161-A1 (Zheng y Lenart), donde un control de dirección por cable que proporciona al conductor retroalimentación de situaciones no deseadas, tales como subviraje y sobreviraje.

30 La solicitud de patente europea EP 2440442-A4 (Birk) presenta un concepto de control para dirección asistida eléctrica que está muy cerca de dirección por cable. La intención del conductor se basa en el par de torsión del volante, y la posición del volante se controla a la posición deseada para este conductor. Por lo tanto, la sensación de dirección está libre de perturbaciones, al igual que el concepto de dirección por cable de Kaufman *et al.* El documento US2004016294 A1 describe un procedimiento para controlar un accionador de par de torsión de retroalimentación y al menos un accionador de guiñada y/o estado lateral del vehículo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

35 Ahora, los seres humanos pueden no controlar directamente la posición de, por ejemplo, el brazo, y por lo tanto no directamente el ángulo del volante. Se puede demostrar que el par aplicado en el volante determina la trayectoria prevista del vehículo. Este hecho puede describirse fácilmente por el escenario de conducción en el que un conductor experimentado contrarresta en una situación de sobreviraje. En tal situación, el ángulo del volante apuntará en la dirección opuesta en comparación con la dirección de desplazamiento. Por lo tanto, el ángulo del volante no puede ser indicativo de la ruta prevista del conductor.

Resumiendo, los principios de control antes mencionados del estado de la técnica para dirección por cable y sensación de dirección proporciona:

- Sanset *et al.* propone:

45 - un concepto de control de posición basado en una relación dependiente de la velocidad del vehículo predefinida entre el volante y las ruedas de carretera, y

- un concepto de control de retroalimentación donde las fuerzas de cremallera se estiman en el accionador de control de posición, seguido de un control de curva de refuerzo inverso basado en la fuerza de cremallera mencionada anteriormente para producir un par de retroalimentación en el volante.

50 - Kaufman *et al.* propone:

- un concepto de control de posición basado en una relación dependiente de la velocidad del vehículo predefinida entre el volante y las ruedas de carretera, y

5 - un concepto de control de retroalimentación en el que un modelo matemático describe el par de torsión de la sensación de la dirección en función del ángulo del volante y la velocidad del vehículo para producir un par de retroalimentación en el volante.

- Zheng y Lenart propone:

- un par de torsión delta en el accionador del volante para dar retroalimentación de subviraje o sobreviraje.

- un control de posición basado en el ángulo del volante, como indicativo de la intención del conductor.

10 En el primer concepto, la sensación de dirección de una dirección asistida eléctrica con base tradicional de impulso de curva es imitado con todos sus pros y contras. Por ejemplo, incluso si el volante y las ruedas de carretera están físicamente desconectadas, las perturbaciones de la carretera aún se transmiten al conductor. Por otro lado, tales perturbaciones pueden mejorar la sensación de estar conectado a las ruedas de carretera. Sin embargo, el potencial de la dirección por cable no se aprovecha por completo, ya que la fuerza del bastidor se basa en cómo entran las fuerzas de la rueda en el bastidor y, por lo tanto, depende del concepto y de la geometría del sistema de dirección.

15 En el segundo concepto, la sensación de dirección es puramente artificial, y puede dar lugar a una sensación artificial y desconectada. Por otro lado, no se generan molestias al conductor. Y con respecto al diseño y a la geometría del sistema, se logra la independencia total del hardware y, por lo tanto, aprovecha todo el potencial de un sistema de dirección por cable.

20 Otro aspecto de control de dirección por cable es el control de intervención. Con intervención queremos decir que, por ejemplo, durante un escenario de sobreviraje; las ruedas de carretera se pueden utilizar para contrarrestar y estabilizar el vehículo. En un vehículo de dirección por cable, el volante no necesita moverse durante dicha intervención. Por otro lado, el conductor probablemente querría obtener una retroalimentación adecuada de dicho control. Si sabe que se realiza una intervención, al menos puede considerar reducir, por ejemplo, la velocidad del vehículo.

25 En el tercer concepto, se da dicha retroalimentación, pero la intención del conductor no se actualiza para tomar el nuevo cambio de ángulo del volante resultante a efectos de cálculo de la intención del conductor.

Por lo tanto, el control de dirección por cable del estado de la técnica actual o bien no proporciona retroalimentación en absoluto durante una intervención, una retroalimentación que se basa en el diseño del sistema de dirección y de la geometría o una retroalimentación donde la información sobre la trayectoria deseada del conductor se pierde.

30 El controlador de Birk para energía eléctrica aborda el problema de lograr la trayectoria del vehículo deseada por el conductor, pero no la forma de dar retroalimentación al conductor en el caso de una intervención en un sistema de dirección por cable.

Para resolver el problema de tener una buena retroalimentación durante una intervención, así como tomar todo el potencial del sistema de conducción por cable, proponemos un nuevo control basado en los siguientes principios:

1. establecer la trayectoria del vehículo prevista por el conductor y controlar el vehículo en consecuencia, y

35 2. dar retroalimentación al conductor sobre el movimiento del vehículo.

### Sumario de la invención

40 El propósito de la presente invención es, por tanto, al menos en parte, eliminar los problemas anteriormente mencionados por medio de un procedimiento mejorado para controlar dos o más accionadores de dirección de dirección por cable incluidos en un sistema de dirección para un vehículo para que el vehículo esté controlado y estabilizado en la trayectoria indicada por el conductor y que el conductor reciba retroalimentación de subviraje y sobreviraje.

Este objetivo se consigue con un procedimiento para controlar un sistema de dirección por cable para un vehículo de acuerdo con la porción caracterizadora de la reivindicación 1.

45 Una señal de entrada puede ser, por ejemplo, la medida de un par de torsión aplicado por el conductor a través del volante, en algún lugar entre el volante y la rueda, o una señal derivada de esta cantidad medida.

50 El par de torsión medido con un sensor incluye un par de torsión del conductor, que corresponde a la parte del par de torsión, el par de torsión de dirección, que corresponde al estado del vehículo, que el conductor desea alcanzar, y también un par de torsión de compensación que es la diferencia entre el par de torsión medido y el par de torsión de dirección. Junto con el par de torsión de dirección, la función del par de torsión de compensación es describir la acumulación de par de torsión del vehículo en el volante. El objetivo de esto es calcular el par de torsión de dirección.

Al compensar el par de torsión medido con el par de torsión de compensación, se obtiene una señal de dirección real que corresponde directamente al patrón de movimiento deseado en el vehículo.

5 Como un ejemplo de un procedimiento de acuerdo con la invención, el par de torsión de compensación incluye una o más de las siguientes contribuciones de par de torsión de fricción del sistema de dirección, el par de torsión de fricción del neumático, par de torsión de amortiguación y el par de torsión de autoalineación del volante.

10 El par de torsión de fricción del neumático tiene en cuenta el ángulo de la rueda, el historial del ángulo de la rueda, la posición del vehículo y la velocidad del vehículo, que es importante en el caso de una velocidad baja del vehículo, ya que el contacto del neumático cambia más rápidamente que la torsión del neumático a altas velocidades. El par de torsión de fricción del sistema de dirección tiene en cuenta el hecho de que el sistema de dirección debe tener una  
 15 cierta fricción para que el conductor pueda descansar, de modo que el conductor no tenga que dar todo el par de torsión de dirección. También se necesita una cierta histéresis para que el automóvil no se sienta "tambaleante" o "rebelde". El par de torsión de amortiguación proporciona una amortiguación importante del ángulo de dirección y, por lo tanto, de la respuesta del vehículo. Se puede preferir una amortiguación diferente hacia fuera o hacia dentro al conducir en línea recta y en las curvas para que la amortiguación coincida con el nivel de par de torsión y el gradiente.  
 20 El par de torsión de autoalineación del volante significa que el volante regresa a la posición directa también a velocidades tan bajas que no hay retroalimentación de guiñada o lateral del vehículo. El par de torsión de autoalineación del volante puede ser una tabla de interpolación o una función de software.

### Definiciones

#### Accionadores

20 Un accionador de retroalimentación de dirección es un accionador, que puede ser utilizado para influir en el par de torsión del volante o en el ángulo del volante.

Un accionador de posición de dirección es un accionador, que puede ser utilizado para influir en los ángulos delanteros de las ruedas de carretera a través de control de una posición de la cremallera de dirección, un ángulo de piñón, un ángulo de brazo de Pitman o ángulos individuales de la rueda de carretera.

25 Un controlador de estado de vehículo se define como una función dinámica para conseguir un estado objetivo en un vehículo de una manera controlada.

30 Un accionador de guiñada y/o estado lateral del vehículo es un accionador que cuando es accionado influencia uno o varios estados de guiñada y/o estado lateral del vehículo. Los accionadores de guiñada y/o de estado lateral del vehículo son accionadores de dirección de las ruedas traseras, accionadores que controlan los ángulos de dirección individuales de las ruedas, frenos, motor, embragues controlables en las cuatro ruedas, diferenciales controlables, amortiguadores activos, motores eléctricos o hidráulicos de las ruedas y motores eléctricos o hidráulicos, ejes accionados hidráulicamente, el ángulo de inclinación en cada eje, o el ángulo de inclinación en cada rueda.

35 Un accionador es un mecanismo o sistema que es operado por una ECU y convierte una fuente de alimentación, típicamente corriente eléctrica, presión de fluido hidráulico, o presión neumática, en un movimiento, fuerza o par de torsión.

#### Estados del vehículo

Un estado se define como una posición de traslación o de giro, velocidad o aceleración, o desde estos estados antes mencionados derivados de estados tales como, por ejemplo, un ángulo de deslizamiento del vehículo, que es el ángulo entre el eje x local del vehículo y el vector de velocidad del vehículo.

40 Un ángulo de dirección es un ángulo correspondiente de alguna manera a los ángulos de rueda de carretera delantera, en algún lugar medido en el sistema de dirección, y que los ángulos de la rueda de carretera delantera normal haya geometría de la dirección de Ackermann, el ángulo de dirección es una combinación lineal, por ejemplo, un valor medio, de los dos ángulos de las ruedas de carretera delanteras.

45 La geometría de dirección de Ackermann es una disposición geométrica de enlaces en la dirección de un automóvil u otro vehículo diseñado para resolver el problema de las ruedas en el interior y en el exterior de un giro que necesita trazar círculos de diferentes radios.

50 Un ángulo del volante se denomina aquí cualquier ángulo entre el volante y el volante de carretera multiplicado por la relación entre el grado angular de libertad y el grado angular de libertad del volante. También puede ser una posición de cremallera multiplicada por su relación entre el grado de libertad de traslación del bastidor y el grado de libertad angular del volante.

La tasa de guiñada del vehículo es una velocidad angular alrededor del eje z del vehículo, que se dirige hacia arriba y perpendicular al plano x-y o al plano del suelo.

El ángulo de deslizamiento lateral del cuerpo del vehículo es el ángulo entre una dirección real de los vehículos y la dirección hacia la que está apuntando.

La aceleración lateral del vehículo es la aceleración del vehículo en la dirección lateral.

5 La guiñada y/o estado lateral del vehículo l, concretamente cualquiera o una combinación lineal de la tasa de guiñada del vehículo o la aceleración de guiñada del vehículo, la velocidad lateral del vehículo o la aceleración lateral del vehículo y el ángulo de deslizamiento lateral de la carrocería.

Un par de torsión de la barra de torsión es un par de torsión medido por el uso de un sensor que es sensible a una torsión de una barra de torsión específica que está montada en algún lugar de la columna de dirección.

10 Un par de torsión del volante es el par de torsión aplicado por el conductor al volante. Este par de torsión del volante normalmente se aproxima al par de torsión de la barra de torsión.

Un par de torsión del conductor es igual a un par de torsión del volante.

#### Arquitectura eléctrica

Un bus de señal es una trayectoria de transmisión en la que las señales se pueden leer y/o se transmiten.

15 Una señal de entrada puede ser, por ejemplo, la medida de un par de torsión aplicado por el conductor a través del volante, en algún lugar entre el volante y la rueda, o una señal derivada de esta cantidad medida.

Una ECU es una unidad de control eléctrico que se utiliza para leer señales analógicas del sensor y las señales digitales, que pueden venir, por ejemplo, un bus de señal, realizar cualquier tipo de cálculos, tales como, por ejemplo, realizar una tarea de control y accionar accionadores, ya sea a través una señal analógica o digital enviada o controlando directamente, por ejemplo, un motor eléctrico desde una etapa de control del motor.

20 Teoría de control

El control de un accionador significa que se usa un controlador para lograr un estado deseado en ese accionador de manera controlada. En el caso de que se controlen varios accionadores, el controlador se usa para lograr los estados deseados en los accionadores antes mencionados de manera controlada.

25 Un controlador es una función dinámica que se utiliza desde una serie de señales de entrada para calcular una o varias señales del controlador con el fin de controlar uno o varios accionadores. El número de posibles controladores es infinito, y no es de interés para el propósito de esta solicitud, ya que existen diferentes tipos de controladores, bien conocidos por un experto en la materia, que pueden usarse para el control mencionado anteriormente.

La capacidad de control describe la capacidad de una entrada externa para mover el estado interno de un sistema desde cualquier estado inicial a cualquier otro estado final en un intervalo de tiempo finito.

30 El sistema sobreactuado es un sistema donde el número de accionadores es mayor que el número de grados de libertad a controlar.

El valor objetivo, el valor de referencia o la solicitud es un punto de ajuste para el accionador que se logra mediante el uso de un controlador de circuito cerrado y/o un controlador de avance.

35 La transformación se define como una función matemática o tabla de búsqueda con uno o más valores de entrada utilizados para producir uno o más valores de salida.

Una medición de par de torsión del volante es un par de torsión medido en la columna de dirección o en el volante o una fuerza medida en la cremallera de dirección respecto a la relación de par de torsión entre la cremallera de dirección y el volante.

40 La mezcla de frecuencia es una suma ponderada en el dominio de frecuencia de dos señales, de tal manera que una de las señales es filtrada por un cierto filtro y la otra es filtrada por un filtro complementario. Un ejemplo de combinación de frecuencias es utilizar un filtro lineal de primer orden de paso bajo en una de las dos señales y un filtro lineal de primer orden de paso alto en la otra y el resultado de los dos filtros se suma.

Un filtro complementario es un filtro tal que la suma del filtro complementario y el filtro que es complementario es uno en todo el rango de frecuencia.

45 Dinámica del vehículo

Un modelo de vehículo es un modelo matemático que transforma un ángulo de rueda de carretera y una velocidad del vehículo a un número de estados de guiñada del vehículo y/o lateral, a saber, la velocidad de guiñada del vehículo y la aceleración, la velocidad lateral del vehículo y la aceleración y el ángulo de deslizamiento lateral de la carrocería.

El subviraje se define como la situación en la que el vehículo dirige menos que la dirección indicada por el modelo del vehículo.

El sobreviraje se define como la situación en la que el vehículo dirige más que la dirección indicada por el modelo del vehículo.

5 La fricción máxima es donde la fricción de neumático con la carretera se utiliza por completo.

Un rastro neumático es la distancia entre el centro del contacto entre el neumático y la carretera y la resultante de la fuerza lateral del neumático.

Sensación de dirección

Un par de torsión del volante base o normal es un par de torsión que se produciría sin una rampa de par de torsión.

10 Inyección de par de torsión doble. En una inyección de par de torsión doble, el par de torsión del volante delta se agrega antes y después de la curva de impulso, y por lo tanto, la curva de impulso se mueve a lo largo de una línea con un gradiente negativo 1 para que el par del volante delta cambie la posición de equilibrio.

15 Un generador de referencia de par de torsión es un concepto de control de la sensación de dirección, donde el par de torsión del volante se calcula en un generador de referencia, y este par de torsión del volante de referencia se compara entonces con un par de torsión del volante medido y la diferencia, el error de par de torsión del volante, se alimenta a un controlador para minimizar este error.

20 Un generador de referencia de ángulo es un concepto de control de la sensación de dirección en el que el ángulo del volante se calcula en un generador de referencia, y este ángulo del volante de referencia se compara entonces con un ángulo del volante medido y la diferencia, el error de ángulo del volante, se alimenta a un controlador para minimizar este error.

Subfunciones del generador de referencia

Un par de torsión de fricción de los neumáticos es la fricción entre los neumáticos y la carretera o un modelo de esta fricción.

25 Una fricción de un sistema de dirección o un par de fricción es la fricción de las partes del enlace del sistema de dirección o un modelo de esta fricción.

Un par de torsión de amortiguación se produce debido a la amortiguación de los neumáticos y el sistema de dirección o un modelo de esta amortiguación.

Un par de torsión retornabilidad proviene de la geometría del sistema de dirección o un modelo del sistema de dirección.

30 Un par de torsión de compensación es la suma del par mencionado anteriormente de fricción de los neumáticos, el par de fricción, el par de amortiguación y el par de retornabilidad. Las partes del par de torsión de compensación se calculan a partir de modelos matemáticos de las diferentes partes del par de torsión.

35 El modelo matemático del par de fricción del neumático es un modelo de un ángulo o histéresis velocidad angular accionada. El modelo matemático del neumático también contiene una parte de relajación tal que a medida que el neumático rueda, el par de torsión de la histéresis tendrá una longitud de relajación, de modo que el par de torsión de histéresis disminuye con la longitud de rodadura del neumático. La relajación puede ser preferiblemente la función de disminución exponencial de la vida media conocida.

40 El modelo de la fricción del neumático es la combinación de la histéresis y la relajación, de manera que, por ejemplo, un aumento debido al par de torsión de histéresis puede ocurrir al mismo tiempo que la disminución de par de torsión debido a la relajación. El par de torsión resultante del modelo es la suma de las dos partes.

El modelo matemático del par de fricción es un modelo de un ángulo o histéresis velocidad angular accionada. El par de torsión máximo en la histéresis se puede configurar mediante una función para que el par máximo sea diferente en el centro en comparación con fuera del centro.

45 El modelo matemático del par de amortiguación se compone de una amortiguación constante multiplicada por una velocidad angular o velocidad de traslación, tal como, por ejemplo, la velocidad de cremallera, en algún lugar medido en la unión entre las ruedas de carretera y el volante. La constante de amortiguación puede ser tal que la amortiguación tenga una descarga, de modo que la constante de amortiguación disminuya para grandes velocidades angulares o traslacionales. La constante de amortiguación puede depender de la velocidad del vehículo y ser diferente para la dirección hacia fuera en comparación con hacia dentro. La constante de amortiguación también puede ser una función del par de torsión del volante o de la barra de torsión.

50

El par de torsión de retornabilidad es un par de torsión dependiente de velocidad del vehículo y el ángulo del volante.

**Breve descripción de las figuras**

La invención se describirá con mayor detalle de aquí en adelante, con referencia a las realizaciones preferidas, que muestran el flujo de señal y también las etapas de cálculo elementales para un control de dirección según la invención.

5 Figura 1. Sistema de dirección para dirección de vehículo por cable.

Figura 2. Esquema de control de posición y control de retroalimentación.

La figura 1 es una figura esquemática de un sistema de dirección para dirección por cable (100). En un sistema de dirección por cable de un vehículo, existe un enlace entre las ruedas de carretera del eje delantero (127) y el accionador de posición de dirección (140). El enlace consiste en una cremallera de dirección (124) con tirantes asociados (125) conectados a través de un piñón (122) al accionador de posición de dirección (140). El accionador de posición de dirección consiste en un motor de asistencia y una ECU. La columna de dirección incorpora una barra de torsión (128) con un sensor de par de torsión para medir el par de torsión de dirección aplicado por el conductor. El par de torsión de asistencia es accionado por un accionador de retroalimentación de dirección (130), que consiste en un motor de asistencia y una ECU. El conductor aplica el par de torsión del conductor, TD, en el volante (120). Entre el accionador de retroalimentación de dirección (130) y el accionador de posición de dirección (140), puede haber un árbol intermedio con una porción superior (134) y una porción inferior (136). Estas dos porciones del árbol intermedio están conectadas por un embrague de seguridad (135).

La figura 2 es una figura esquemática de un esquema de control para el control del movimiento del vehículo y el accionador de retroalimentación de par de torsión del volante. Desde el vehículo (290), hay información de los estados del vehículo (205). Estos estados del vehículo se detectan mediante el uso de sensores (210). Ahora, hay dos trayectorias de control, a saber, una trayectoria de control de trayectoria del vehículo y una trayectoria de control del accionador de retroalimentación de dirección. En la trayectoria de control de la trayectoria del vehículo, se calcula el par de tracción del conductor (220), seguido de un cálculo de la guiñada del vehículo objetivo y/o el estado lateral del vehículo (230). Esta guiñada objetivo y/o estado lateral del vehículo se calcula mediante el uso de una función predefinida desde el par de torsión del conductor al guiñada objetivo y/o el estado lateral del vehículo. Luego, la guiñada objetivo y/o el estado lateral del vehículo se compara con uno real detectado y el error de control resultante es minimizado por el controlador de estado del vehículo (240). Con esta trayectoria, se controla la trayectoria del vehículo. En la segunda trayectoria de control, el accionador de par de torsión de retroalimentación de dirección se controlará de tal manera que el conductor logre retroalimentación de la desviación entre el objetivo y el estado real de guiñada y/o lateral del vehículo. Esto se realiza calculando una suma ponderada de desviaciones (260) entre el objetivo y los estados de guiñada real y/o lateral del vehículo. En base a esta desviación entre el objetivo y los estados de guiñada real y/o lateral del vehículo, la relación entre el par de torsión del conductor y el ángulo del volante se redefine (270). En base a esta relación redefinida, el ángulo del accionador de retroalimentación de la dirección se controla (280) de tal manera que se logra el par de torsión del conductor definido al ángulo del volante.

35 **Descripción detallada de realizaciones preferidas**

La presente invención para el control de dirección por cable se basa en el hecho de que tanto el accionador de par de torsión de retroalimentación (130) y el accionador de posición de dirección (140) se controla de tal manera que el vehículo se controla para la guiñada deseada y/o el estado lateral del vehículo al mismo tiempo que el conductor recibe retroalimentación sobre el progreso de la guiñada mencionada anteriormente y/o el control del estado lateral del vehículo mediante el uso de las siguientes etapas del procedimiento para la guiñada y/o el control del estado lateral del vehículo:

1. Medición de al menos una señal de entrada con la ayuda de un sensor. Aquí, para el control de estado de guiñada y/o lateral del vehículo, las señales del sensor necesarias son el par de torsión de la barra de torsión, el ángulo de dirección, alguna medida de la guiñada y/o del estado lateral del vehículo, tal como, por ejemplo, la velocidad de guiñada del vehículo, la aceleración lateral del vehículo o el ángulo de deslizamiento lateral de la carrocería del vehículo, o una combinación lineal de los mismos.

2. Determinación del par de torsión de la barra de torsión de una medida del par de torsión del conductor, es decir, un par de torsión aplicado por el conductor a través de un volante (120). El par de torsión del conductor es el par de la barra de torsión compensado por un par de torsión de compensación, véase más adelante la descripción del par de torsión de compensación debajo de este primer ejemplo de realización.

3. Transformación del par de torsión del conductor compensado mencionado anteriormente a una guiñada deseada y/o al estado lateral del vehículo. Cuando el par de torsión del conductor es compensado por el par de torsión de compensación, la guiñada y/o el estado lateral del vehículo es una función de este par de torsión del conductor.

4. Control del mencionado uno o más accionadores de guiñada y/o estado lateral del vehículo para el control del estado del vehículo mediante el cual la guiñada deseada y/o el estado lateral del vehículo se usa como una señal de entrada a los controladores. Aquí, el ángulo de dirección y alguna medida de los estados de guiñada y/o lateral del vehículo

se usan en el control de estado del vehículo, ya sea directamente controlando el ángulo de dirección solo por un controlador de entrada única y salida única, o controlando varios accionadores de guiñada y/o estado lateral del vehículo mediante el uso de un controlador para sistemas sobreaccionados.

5 Por otra parte, además del control de la guiñada y/o del estado lateral de vehículo, la invención también incorpora la siguiente etapa del procedimiento para el control del accionador de retroalimentación del par de torsión de retroalimentación:

10 1. Se compara la guiñada objetivo y/o el estado lateral del vehículo con el uso de los sensores de guiñada y/o estado lateral del vehículo medidos y se calcula una desviación de guiñada y/o del estado lateral del vehículo. Aquí, la desviación puede ser cualquier combinación lineal de la guiñada objetivo y/o el estado lateral del vehículo y, mediante el uso de los sensores, la guiñada medida y/o el estado lateral del vehículo y, por lo tanto, solo la guiñada medida y/o el estado lateral del vehículo.

15 2. Una redefinición de una relación del par de torsión compensado por el conductor mencionado anteriormente con respecto al ángulo del volante que describe la sensación de dirección en función de la desviación del estado lateral del vehículo y/o la guiñada. La redefinición de la relación entre el par de torsión compensado por el conductor y el ángulo del volante que describe la sensación de dirección puede ser de cualquier forma, por ejemplo, un desplazamiento del ángulo del volante, un desplazamiento del par de torsión del conductor, un par de torsión del conductor escalado o una combinación de los mismos.

20 3. Con la nueva relación entre el par de torsión del conductor y el ángulo del volante, se controla el accionador de asistencia de dirección con un ángulo correspondiente al par de torsión redefinido del conductor con respecto a la relación del ángulo del volante.

25 Esto significa que hay dos trayectorias paralelas en esta invención, a saber, la guiñada y/o el control del estado lateral del vehículo y el control de retroalimentación del accionador de par de torsión. Ahora, normalmente, la trayectoria del vehículo no requiere ninguna intervención de ningún controlador que no sea el control del accionador de posición de dirección. Por lo tanto, normalmente, no habrá desviaciones de guiñada previstas y/o del estado lateral del vehículo. Sin embargo, durante condiciones de carretera de baja  $\mu$ , viento lateral pesado o manejo de límite, la guiñada prevista y/o el estado lateral del vehículo no se alcanzarán automáticamente sin ningún tipo de intervención. Por lo tanto, la etapa más importante de la invención es que si el control de posición del vehículo mencionado anteriormente produce un error de guiñada y/o de estado lateral del vehículo, este error se transforma en un cambio en la relación de par de torsión del volante y el ángulo del volante describiendo la sensación de dirección. Eso significa que con esta nueva relación, el conductor sentirá que algo está sucediendo en términos del error de guiñada y/o del estado lateral del vehículo. El conductor puede, con estos comentarios, comprender que debe reducir la velocidad u otras acciones compensatorias.

35 El par de torsión medido con un sensor incluye un par de torsión del conductor que corresponde a la parte del par de torsión, el par de torsión de dirección, que corresponde al estado del vehículo, que el conductor desea alcanzar, y también un par de torsión de compensación que es la diferencia entre el par de torsión medido y el par de torsión de dirección. Junto con el par de torsión de dirección, la función del par de torsión de compensación es describir la acumulación de par de torsión del vehículo en el volante. El objetivo de esto es calcular el par de torsión de dirección. Al compensar el par de torsión medido con el par de torsión de compensación, se obtiene una señal de dirección real que corresponde directamente al patrón de movimiento deseado en el vehículo.

40 Como un ejemplo de un procedimiento de acuerdo con la invención, el par de torsión de compensación incluye una o más de las siguientes contribuciones de par de torsión de fricción del sistema de dirección, el par de torsión de fricción del - neumático, par de torsión de amortiguación y el par de torsión de autoalineación del volante.

45 De esta manera, el par de torsión de compensación se puede evaluar mejor, y significa esto una mejor supresión de perturbaciones. El par de torsión de fricción del neumático tiene en cuenta el ángulo de la rueda, el historial del ángulo de la rueda, la posición del vehículo y la velocidad del vehículo, que es importante en el caso de una velocidad baja del vehículo, ya que el contacto del neumático cambia más rápidamente que la torsión del neumático a altas velocidades. El par de torsión de fricción del sistema de dirección tiene en cuenta el hecho de que el sistema de dirección debe tener una cierta fricción para que el conductor pueda descansar, de modo que el conductor no tenga que dar todo el par de torsión de dirección. También se necesita una cierta histéresis para que el automóvil no se sienta "tambaleante" o "rebelde". El par de torsión de amortiguación proporciona una amortiguación importante del ángulo de dirección y, por lo tanto, de la respuesta del vehículo. Se puede preferir una amortiguación diferente hacia fuera o hacia dentro al conducir en línea recta y en las curvas para que la amortiguación coincida con el nivel de par de torsión y el gradiente. El par de torsión de autoalineación del volante significa que el volante regresa a la posición directa también a velocidades tan bajas que no hay retroalimentación de guiñada o lateral del vehículo. El par de torsión de autoalineación del volante puede ser una tabla de interpolación o una función de software.

55 Como un ejemplo de un procedimiento de acuerdo con la invención, el par de torsión de compensación es una función de una o más de las siguientes variables: ángulo de dirección, velocidad del ángulo de dirección y/o aceleración del ángulo de dirección.



De esta manera, los parámetros incluidos en el par de compensación se pueden evaluar en el caso de un cambio deseado en un estado del vehículo.

5 Mediante el uso del esquema de control de la primera realización, el vehículo se controla para llegar al par de torsión del conductor basado en la guiñada y/o el estado lateral del vehículo, al mismo tiempo que el conductor logra retroalimentación de cualquier subviraje o desviaciones de sobreviraje. Debe tenerse en cuenta especialmente que esta retroalimentación al conductor se logra sin comprometer el cálculo de la guiñada objetivo y/o el estado lateral del vehículo.

10 En la presente invención, el par de torsión del volante antes mencionado para la relación del ángulo del volante que describe la sensación de dirección se utiliza en el controlador como una función de par de torsión del volante de dirección con el ángulo del volante de dirección, de tal manera que el par de torsión del volante medido se usa como entrada y el ángulo resultante del volante se usa como un valor de referencia para el controlador de retroalimentación para minimizar el error del ángulo del volante. De nuevo, el vehículo se controla para llegar al par de torsión del conductor basado en la guiñada y/o el estado lateral del vehículo, al mismo tiempo que el conductor logra retroalimentación de cualquier subviraje o desviaciones de sobreviraje. Y también aquí, esta retroalimentación al conductor se logra sin comprometer el cálculo de la guiñada objetivo y/o el estado lateral del vehículo.

15 En una tercera realización, el par de torsión del volante antes mencionado para la relación del ángulo del volante que describe la sensación de dirección se utiliza en el controlador como una función del ángulo del volante para el par de torsión del volante, de tal manera que el ángulo del volante medido se usa como entrada y el par de torsión resultante del volante se usa como un valor de referencia para el controlador de retroalimentación para minimizar el error de par de torsión del volante.

20 Y también aquí, el vehículo se controla para alcanzar el par de torsión del conductor basado en la guiñada objetivo y/o el estado lateral del vehículo al mismo tiempo que el conductor obtiene retroalimentación de cualquier desviación de subviraje o sobreviraje de una manera que la retroalimentación al conductor se logra sin comprometer el cálculo de la guiñada objetivo y/o el estado lateral del vehículo.

25 En una cuarta realización de la presente invención, los accionadores antes mencionados de guiñada y/o del estado lateral del vehículo son el accionador de posición de dirección (140) en un sistema de dirección de dirección por cable (100), accionadores de dirección de rueda trasera, accionadores que controlan ángulos de dirección individuales de las ruedas, frenos, motor, embragues controlables en las cuatro ruedas, diferenciales controlables, amortiguadores activos, motores de ruedas eléctricos o hidráulicos y ejes accionados eléctrica o hidráulicamente, el ángulo de inclinación en cada eje, o el ángulo de inclinación en cada rueda.

30 Y de nuevo, el vehículo se controla para alcanzar el par del conductor y/o el estado lateral del vehículo al mismo tiempo que el conductor obtiene retroalimentación de cualquier desviación de subviraje o sobreviraje de una manera que la retroalimentación al conductor se logra sin comprometer el cálculo de la guiñada objetivo y/o el estado lateral del vehículo.

35 En una quinta realización de la presente invención, la relación de torsión del volante a ángulo del volante mencionada anteriormente que describe la sensación de la dirección se cambia a una relación de torsión del volante para guiñar y/o la relación de estado lateral del vehículo que describe la sensación de la dirección y que esta guiñada y/o estado lateral del vehículo es un estado de guiñada y/o vehículo lateral detectado, un estado de guiñada y/o vehículo lateral de un modelo de vehículo, una combinación lineal o una combinación de frecuencias de los dos.

40 Y de nuevo, el vehículo se controla para alcanzar el objetivo de guiñada basado en el torque del conductor y/o el estado lateral del vehículo al mismo tiempo que el conductor obtiene retroalimentación de cualquier desviación de subviraje o sobreviraje de una manera que la retroalimentación al conductor se logra sin comprometer el cálculo del viraje objetivo y/o del estado lateral del vehículo.

45 En una sexta realización de la presente invención, el error antes mencionado de guiñada y/o de estado de vehículo lateral se transforma en una señal de vibración de par de torsión del volante que se añade a dicha relación del par de torsión de las ruedas de dirección y el ángulo del volante, describiendo la sensación de dirección para que el controlador minimice el error del controlador para que el conductor reciba retroalimentación sobre el error de guiñada y/o de estado lateral del vehículo.

50 En una séptima realización de la presente invención, el error antes mencionado de guiñada y/o de estado de vehículo lateral se transforma a una solicitud de sonido audible para un sistema de audio del vehículo para que el conductor obtenga retroalimentación del error de guiñada y/o del estado lateral del vehículo.

55 En una octava realización de la presente invención, el error de guiñada y/o del estado lateral del vehículo mencionado anteriormente se transforma en una entidad de visualización visible tal como, por ejemplo, un cambio en un color, paso a paso o contiguo para que el conductor reciba retroalimentación del error de guiñada y/o del estado lateral del vehículo.

5 Otros objetos y características de la presente invención serán evidentes a partir de la descripción detallada, considerada en conjunción con el dibujo adjunto. Sin embargo, debe entenderse que el dibujo está diseñado únicamente con fines ilustrativos y no como una definición de los límites de la invención, para lo cual debe hacerse referencia a las reivindicaciones adjuntas y a la descripción en su conjunto. Debe entenderse además que el dibujo no está necesariamente dibujado a escala y que, a menos que se indique lo contrario, solo tiene la intención de ilustrar conceptualmente las estructuras y procedimientos descritos en este documento.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento para controlar un accionador de par de torsión de retroalimentación (130) y al menos un accionador de guiñada y/o del estado lateral del vehículo, tal como un accionador de posición de dirección (140) en un sistema de dirección de dirección por cable (100) que incorpora las siguientes etapas del procedimiento para el control de la guiñada y/o el estado lateral del vehículo:
- 5 - medición de al menos una señal de entrada con la ayuda de un sensor,
- determinación a partir de la señal de entrada mencionada anteriormente de una medida de un par de torsión aplicado por el conductor a través de un volante (120),
- 10 - transformación de la señal de entrada mencionada anteriormente de una medida de un par de torsión aplicado por el conductor a través del volante (120) a una guiñada deseada y/o estado lateral del vehículo, y
- control del mencionado uno o más accionadores de guiñada y/o estado lateral del vehículo para el control del estado del vehículo mediante el cual la guiñada deseada y/o el estado lateral del vehículo se usa como una señal de entrada a los controladores, y
- 15 además, también incorpora la siguiente etapa del procedimiento para el control del accionador de par de torsión de retroalimentación:
- definición de una relación entre el par de torsión del volante y el ángulo del volante que describe la sensación de dirección,
- 20 en el que, si el control de posición del vehículo mencionado anteriormente da como resultado un error de guiñada y/o del estado lateral del vehículo, este error se transforma en un cambio en la relación de par de torsión del volante con respecto al ángulo del volante que describe la sensación de dirección, usándose esta nueva relación de sensación de dirección como una señal de entrada a un controlador para el control mencionado del accionador de par de torsión de retroalimentación (130) para que el conductor obtenga retroalimentación del error de guiñada y/o del estado lateral del vehículo sin deteriorar el cálculo de la guiñada objetivo y/o del estado lateral del vehículo,
- caracterizado por que
- 25 dicho par de torsión del volante antes mencionado para la relación del ángulo del volante que describe la sensación de dirección se utiliza en el controlador como una función de par de torsión del volante de dirección con el ángulo del volante de dirección, de tal manera que el par de torsión del volante medido se usa como entrada y el ángulo resultante del volante se usa como un valor de referencia para el controlador para minimizar el error del ángulo del volante.
- 30 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que los accionadores de guiñada y/o del estado lateral del vehículo son un accionador de posición de dirección (140) en un sistema de dirección de dirección por cable (100), accionadores de dirección de rueda trasera, accionadores que controlan ángulos de dirección individuales de las ruedas, frenos, motor, embragues controlables en las cuatro ruedas, diferenciales controlables, amortiguadores activos, motores de ruedas eléctricos o hidráulicos y ejes accionados eléctrica o hidráulicamente, el ángulo de inclinación en cada eje, o el ángulo de inclinación en cada rueda.
- 35 3. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado por que el error de guiñada de control de posición del vehículo y/o del estado lateral del vehículo mencionado anteriormente se transforman en una señal de vibración del par de torsión del volante que se añade a dicha relación del par de torsión del volante y el ángulo del volante que describe la sensación de dirección para que el controlador minimice el error del controlador para que el conductor reciba retroalimentación sobre el error de guiñada y/o del estado lateral del vehículo.
- 40 4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el error de guiñada de control de posición del vehículo y/o del estado lateral del vehículo mencionado anteriormente también se transforma en una solicitud de sonido audible a un sistema de audio del vehículo para que el conductor pueda obtener retroalimentación del error de guiñada y/o del estado lateral del vehículo.
- 45 5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el error de guiñada de control de posición del vehículo y/o del estado lateral del vehículo mencionado anteriormente también se transforma en una entidad de visualización visible, tal como, por ejemplo, un cambio en un color, paso a paso o contiguo para el conductor para obtener retroalimentación del error de guiñada y/o del estado lateral del vehículo.
- 50 6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que dicha relación del par de torsión del volante y del ángulo del volante que describe la sensación de dirección se cambia a una relación del par de torsión del volante y la guiñada y/o el estado lateral de vehículo que describe la sensación de dirección y por que esta guiñada y/o estado lateral del vehículo es una guiñada y/o estado lateral del vehículo detectado, una guiñada y/o estado lateral del vehículo de un modelo de vehículo, una combinación lineal o una combinación de frecuencias de los dos.

7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que la medida antes mencionada de un par de torsión aplicado por el conductor a través de un volante (120) se compensa mediante un par de torsión de compensación tanto en el control de guiñada y/o del estado lateral del vehículo y el control del accionador del par de torsión de realimentación.

5 8. Un dispositivo de control de accionador de par de torsión de retroalimentación, que comprende al menos un accionador de guiñada y/o estado lateral del vehículo, tal como un accionador de posición de dirección (140) en un sistema de dirección por cable, para el control de guiñada y/o del estado lateral del vehículo, que comprende además al menos un sensor para la medición de al menos una señal de entrada, una unidad de transformación y control, para  
10 controlar un par de torsión de retroalimentación y medios para definir un par de torsión del volante en un ángulo específico del volante,

y que comprende además medios para determinar un posible error de guiñada y/o del estado lateral del vehículo, medios para transformar dicho posible error de guiñada y/o del estado lateral del vehículo en un cambio en la relación del par de torsión del volante y el ángulo del volante que describe la sensación de dirección, representado por una  
15 señal, que se puede conectar al accionador de par de torsión de retroalimentación (130) para que el conductor obtenga retroalimentación del error de guiñada y/o del estado lateral del vehículo,

caracterizado por que

el controlador está dispuesto para usar dicha relación entre el par de torsión del volante y el ángulo del volante que describe la sensación de dirección como una función del par de torsión del volante y el ángulo del volante de tal manera  
20 que el par de torsión medido del volante se usa como entrada y por que el controlador está dispuesto para utilizar el ángulo resultante del volante como un valor de referencia para minimizar el error del ángulo del volante.

9. Sistema de dirección por cable que comprende un enlace entre las ruedas de carretera del eje delantero (127) y el accionador de posición de dirección (140), donde el enlace consiste en una cremallera de dirección (124) con tirantes (125) asociados conectados a través de un piñón (122) al accionador de posición de dirección (140), que consiste en un motor de asistencia y una ECU, una columna de dirección que incorpora una barra de torsión (128) con un sensor de par de torsión para medir el par de torsión de dirección aplicado por el conductor, un accionador de retroalimentación de dirección (130), que consiste en un motor de asistencia y una ECU para proporcionar retroalimentación al conductor, un volante (120) al cual el conductor aplica el par de torsión del conductor,  $T_D$ , y un árbol intermedio que consiste en una porción superior (134), un embrague de seguridad (135) y una porción inferior (136), y que comprende además medios para determinar un posible error de guiñada y/o de estado lateral del vehículo, medios para transformar dicho posible error de guiñada y/o de estado lateral del vehículo en un cambio en la relación del par de torsión del volante y del ángulo del volante que describe la sensación de dirección, representada por una señal, que se puede conectar al controlador del accionador de par de torsión retroalimentación (130) para que el conductor reciba retroalimentación del error de guiñada y/o del estado lateral del vehículo,  
30

35 caracterizado por que

el controlador está dispuesto para usar dicha relación entre el par de torsión del volante y el ángulo del volante que describe la sensación de dirección como una función del par de torsión del volante y el ángulo del volante de tal manera que el par de torsión medido del volante se usa como entrada y por que el controlador está dispuesto para utilizar el ángulo resultante del volante como un valor de referencia para minimizar el error del ángulo del volante.  
40

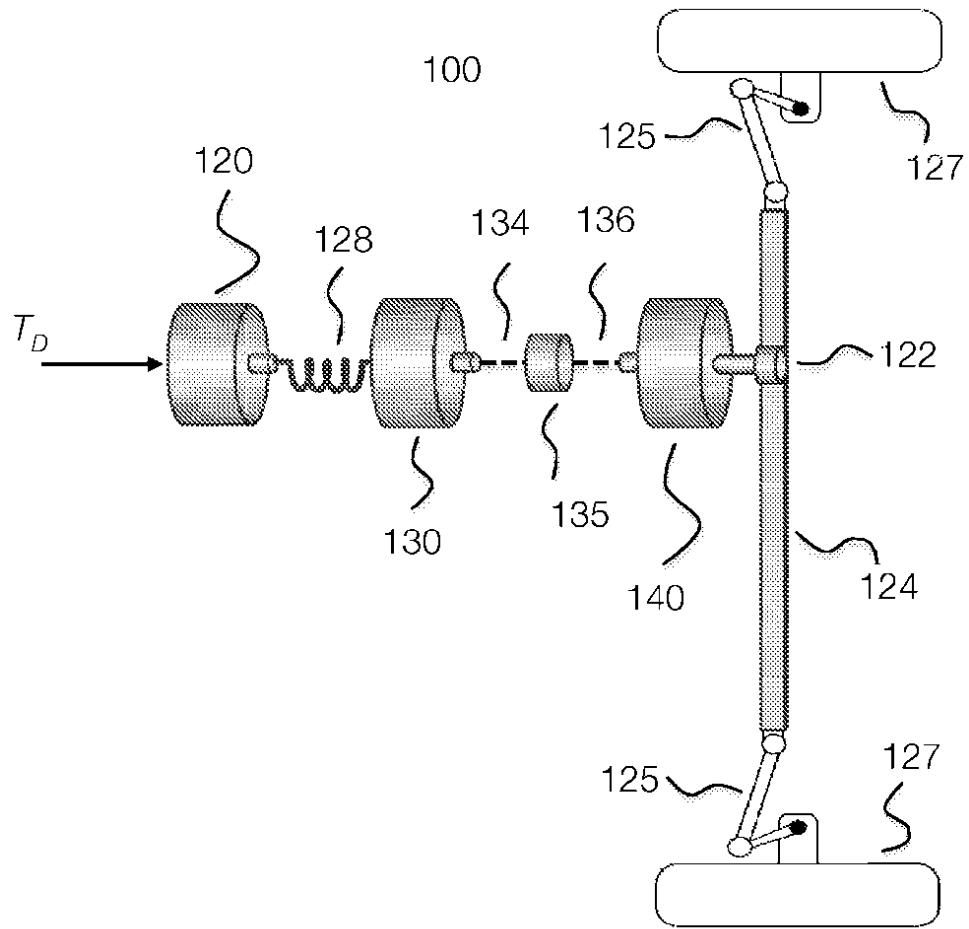


Fig. 1

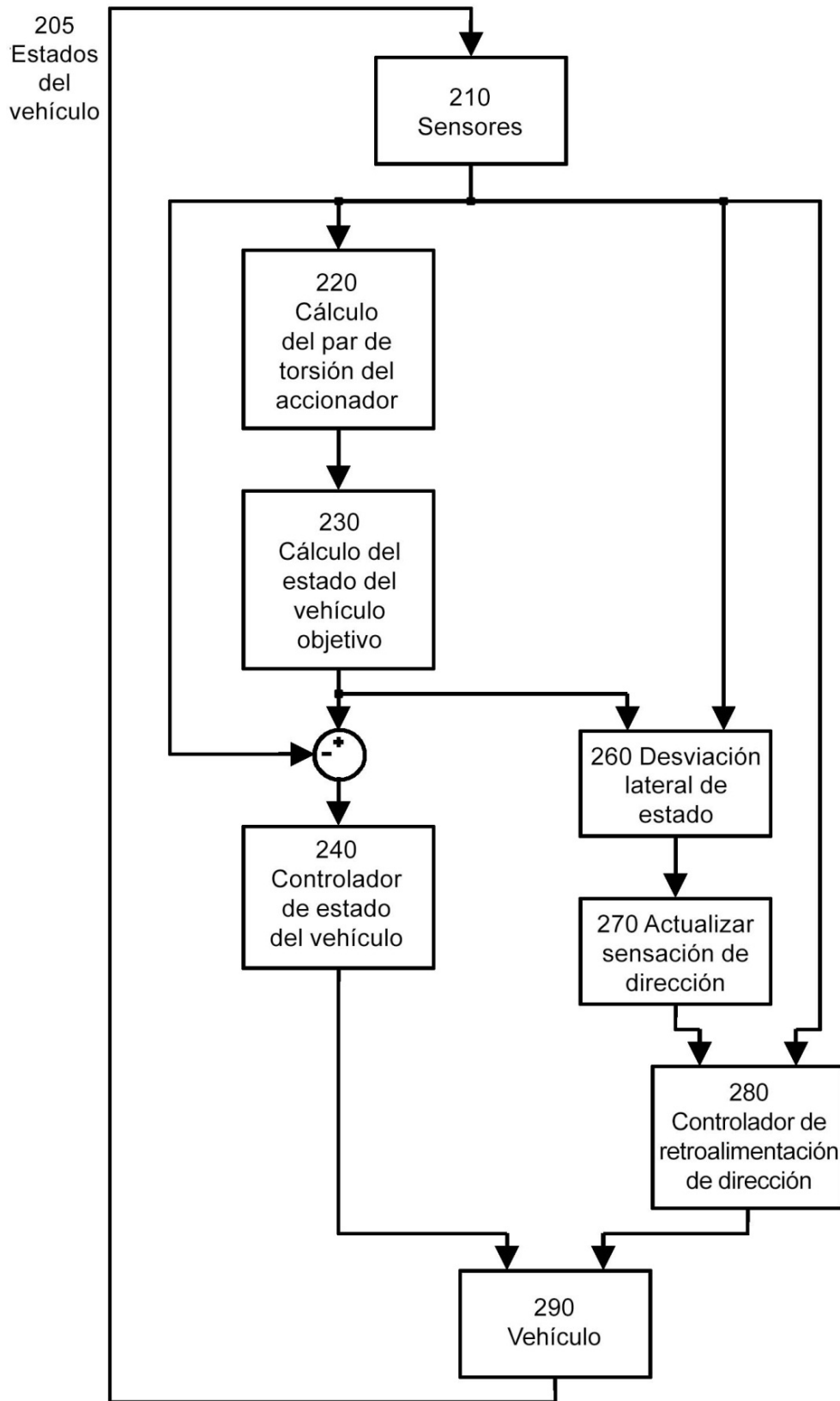


Fig. 2