

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 600 906**

51 Int. Cl.:

G01L 5/22 (2006.01)

B62D 6/00 (2006.01)

B62D 5/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.07.2011 PCT/EP2011/061479**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.01.2012 WO12004331**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.07.2011 E 11729996 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.08.2016 EP 2590850**

54 Título: **Procedimiento para la determinación de una fuerza de cremallera para un dispositivo de dirección en un vehículo**

30 Prioridad:

06.07.2010 DE 102010030986

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

13.02.2017

73 Titular/es:

**ROBERT BOSCH AUTOMOTIVE STEERING
GMBH (100.0%)
Richard-Bullinger-Strasse 77
73527 Schwäbisch Gmünd, DE**

72 Inventor/es:

**STRECKER, JÖRG y
WERNER, THOMAS**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 600 906 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 la determinación de una fuerza de cremallera para un dispositivo de dirección en un vehículo

La invención se refiere a un procedimiento para la determinación de una fuerza de cremallera para un dispositivo de dirección en un vehículo.

5 La invención también se refiere a un dispositivo de dirección en el vehículo. La invención se refiere además a un sistema de control y/o regulación de un dispositivo de dirección en un vehículo, así como a un programa de ordenador que se puede ejecutar en el sistema de control y/o regulación.

10 En los dispositivos de dirección modernos, por ejemplo, en una servodirección eléctrica (EPS) o en un, así llamado, sistema de dirección Steer-by-Wire (SbW), se determina un par de dirección teórico que se aplica a un elemento de dirección, por ejemplo, a un volante, a fin de apoyar la fuerza aplicada por el conductor o contrarrestar la fuerza aplicada por el conductor.

15 Los sistemas de dirección EPS utilizados actualmente generan, sobre la base de una fuerza de cremallera aplicada, un par motor EPS, a fin de poner el correspondiente apoyo de dirección a disposición del conductor. Las actuales fuerzas de desviación lateral influyen de forma decisiva en la fuerza de cremallera. Por consiguiente, una parte fundamental de la actual fuerza de cremallera corresponde a una aceleración transversal. No obstante, la fuerza de cremallera no sólo viene determinada por las fuerzas laterales que se producen durante el paso por una curva, sino que una pluralidad de otras magnitudes de una situación actual de marcha influye en la fuerza de cremallera. Un ejemplo es el estado de la calzada (desniveles, surcos, coeficiente de fricción).

20 En la generación del par de dirección teórico pueden intervenir adicionalmente otras funciones para proporcionar al conductor una sensación de conducción deseada y agradable, no influyendo, por una parte, las perturbaciones no deseadas en el par de dirección teórico y, por otra parte, poniendo en conocimiento del conductor el par de dirección, en especial información relevante relacionada con la seguridad, por ejemplo, el estado actual del pavimento de la calzada.

25 No obstante, los sistemas de dirección EPS de este tipo presentan inconvenientes relacionados con la comunicación de los estados de marcha en comparación con sistemas de dirección hidráulicos. Especialmente el comportamiento en caso de distintos coeficientes de fricción de la calzada o en la zona límite de la dinámica de movimiento, como por ejemplo, al sotavirar o sobrevirar, se transmite sólo de forma condicionada al conductor a través del par de dirección perceptible en los sistemas de dirección EPS conocidos, debido a la inercia relativamente elevada del actuador EPS.

30 Se conoce la posibilidad de determinar la fuerza de cremallera actualmente aplicada por medio de un sensor de pares dispuesto en la cremallera o mediante la estimación por medio de un, así llamado, observador basado en un modelo del sistema de dirección. Un procedimiento de este tipo se conoce, por ejemplo, por el documento DE10332023A1. Aquí, para la determinación de un par de dirección para la dirección de un vehículo según un primer ejemplo de realización, el par de dirección se determina en función de la fuerza lateral que se produce en las ruedas dirigidas y, según otro ejemplo de realización, en función del par de dirección real. El procedimiento conocido prevé estimar o modelar la fuerza lateral por medio de un sensor o en base a un modelo de la dirección del vehículo en dependencia de, al menos, una de las magnitudes aceleración transversal, ángulo de dirección y velocidad del vehículo.

40 El documento EP 2 052 947 A1 se reconoce como el estado más próximo a la técnica y describe un procedimiento, utilizándose una pluralidad de modelos para la determinación de una fuerza de cremallera de un dispositivo de dirección.

45 La fuerza de cremallera determinada por medio del procedimiento conocido refleja, según su calidad, las condiciones de fuerza existentes realmente en el eje delantero del vehículo o en la cremallera. Si esta fuerza se emplea como base para generar un, así llamado, par de dirección deseado, el conductor recibe un mensaje positivo acerca del comportamiento del vehículo o del estado de la calzada.

50 La generación de un par de dirección según los deseos del conductor en base a la fuerza de cremallera aplicada incluye, además del nivel realmente necesario, diversas perturbaciones de distinta importancia. Las mismas dependen, por ejemplo, de la construcción del (de los) eje/s o de la carrocería general del vehículo. Por perturbaciones se pueden entender aquí múltiples circunstancias de la calzada como, por ejemplo, desniveles, surcos o una inclinación transversal. Otras perturbaciones se pueden producir a causa de incidentes dinámicos longitudinales en el eje delantero dirigido. Los ejemplos son longitudes diferentes de los árboles de transmisión en vehículos de tracción delantera, componentes de accionamiento activos como, por ejemplo, una tracción en todas las ruedas o componentes para la distribución variable de un par de accionamiento entre las ruedas delanteras. Otra influencia, percibida en su caso como molesta, puede tener su origen en la carga del vehículo y sobre todo, generalmente, en la carga del eje delantero. Para simplificar se puede señalar que la fuerza de cremallera que actúa sobre la dirección aumenta con el incremento de la carga del eje delantero. Los neumáticos de las ruedas también influyen en la fuerza de cremallera o en el par de dirección teórico.

55 El objetivo de la presente invención consiste en generar para dispositivos de dirección de vehículos con una servodirección eléctrica (EPS) una fuerza de cremallera que, por una parte, represente una base especialmente

buena para la generación de un par según los deseos del conductor y que, por otra parte, esté en lo posible libre de perturbaciones.

Esta tarea se resuelve por medio de un procedimiento del tipo antes indicado, determinando la fuerza de cremallera en función de una pluralidad de modelos, generándose por medio de un primer modelo un componente de la fuerza de cremallera correspondiente a un proceso de marcha y generándose por medio de un segundo modelo un componente de la fuerza de cremallera correspondiente a un proceso de aparcamiento.

La tarea también se resuelve por medio de un dispositivo de dirección de un vehículo por que el dispositivo de dirección presenta elementos para la ejecución del procedimiento según la invención. Estos elementos se realizan, por ejemplo, en forma de un programa de ordenador que se desarrolla en un sistema de control y/o regulación. El sistema de control y/o regulación se define en lo que sigue también como "aparato de mando".

Unas variantes perfeccionadas ventajosas de la invención se indican en las subreivindicaciones, siendo las características importantes para la invención, tanto si se emplean solas como en diferentes combinaciones, sin que se advierta de nuevo de esta circunstancia.

La invención presenta la ventaja de que incluso en situaciones de circulación o condiciones de marcha diferentes se puede transmitir al conductor del vehículo información fiable sobre el comportamiento del vehículo o el estado de la calzada, dado que la fuerza de cremallera empleada para la generación del par de conducción deseada por el conductor se crea en función de modelos optimizados para la respectiva situación de marcha, generándose por medio de los modelos y en dependencia de la situación de marcha actual la fuerza de cremallera o distintos componentes de la fuerza de cremallera.

De acuerdo con la invención, la fuerza de cremallera empleada para el par de dirección teórico a generar se sustituye por una fuerza de cremallera modelada por medio de una pluralidad de modelos. Esto se hace de manera que la fuerza de cremallera modelada para muchas situaciones de marcha y estados de funcionamiento se pueda comparar con la fuerza de cremallera real.

El procedimiento según la invención prevé además que la fuerza de cremallera modelada y la fuerza de cremallera real se puedan ponderar en función de una situación de marcha y/o de parámetros de funcionamiento del vehículo y combinar en una fuerza de cremallera resultante, por medio de la cual se puede determinar el par de dirección teórico. De este modo es posible adaptar la fuerza de cremallera modelada a la fuerza de cremallera real, con lo que, por ejemplo en caso de una variación del valor de fricción, la fuerza de cremallera modelada según la invención siempre corresponde con precisión suficiente a la fuerza de cremallera real y se consigue un mensaje siempre óptimo al conductor, pero sin que las perturbaciones existentes en la fuerza de cremallera real influyan negativamente en el par deseado por el conductor. La ventaja consiguiente consiste en que la fuerza de cremallera modelada según la invención se puede generar óptimamente en un campo muy amplio de situaciones de marcha posibles. La fuerza de cremallera real empleada para la adaptación se puede determinar por medio de un sensor o alternativamente a partir de otras magnitudes características del dispositivo de dirección o de las fuerzas que actúan sobre el mismo y/o de los elementos de regulación.

Para la generación de la fuerza de cremallera modelada se emplea preferiblemente al menos una de las siguientes magnitudes:

- un ángulo de volante del elemento de dirección;
- un ángulo de dirección de rueda;
- un ángulo de marcha oblicua;
- una velocidad del vehículo;
- una aceleración transversal del vehículo;
- una velocidad de derrape del vehículo;
- una fuerza lateral de un eje dirigido del vehículo;
- la fuerza de cremallera real;
- una magnitud característica de un sobreviraje o sotaviraje del vehículo;
- una posición de un actuador y/o
- un número de vueltas, un par de giro o una marcha actualmente puesta.

De esta manera es posible utilizar también el funcionamiento del vehículo y la respectiva situación de marcha para la determinación según la invención de la fuerza de cremallera modelada. Estas magnitudes se pueden someter por separado o en cualquier combinación a operaciones matemáticas y contribuir así a la fuerza de cremallera modelada. Como consecuencia, la fuerza de cremallera modelada se puede adaptar perfectamente a una fuerza de cremallera real.

Una variante de realización del procedimiento prevé que la fuerza de cremallera modelada y la fuerza de cremallera real se ponderen y combinen mediante un regulador PI. Esto se puede llevar a cabo con ayuda de un así llamado pre-control y se realiza preferiblemente de modo que la fuerza de cremallera resultante presente un desarrollo temporal definido y constante.

- 5 Una variante de realización del procedimiento prevé que la fuerza de cremallera se determine por medio de los siguientes componentes:
- un modelo para la descripción de un proceso de marcha del vehículo;
 - un modelo para la descripción de un proceso de aparcamiento del vehículo.

Con preferencia se emplean además los siguientes componentes:

- 10 - un modelo para la descripción de las de características de un eje del vehículo, siendo también posible que este modelo corresponda al modelo para la descripción del proceso de aparcamiento;
- un modelo para la descripción de al menos una fuerza que se produce a causa de una elevación del vehículo en dependencia de un ángulo de dirección de rueda y que actúa sobre una cremallera y/o
 - un bloque de adaptación para la ponderación y combinación de la fuerza de cremallera modelada y de la fuerza de cremallera real.
- 15

Un primer modelo comprende magnitudes para la descripción de un proceso de marcha del vehículo. Una primera contribución a la fuerza de cremallera modelada se determina fundamentalmente a partir de un ángulo de dirección de rueda y de una velocidad del vehículo. También sirve de base un así llamado modelo de vía única, determinándose fuerzas laterales de neumático por medio de una relación no lineal en función de un ángulo de marcha oblicua de una rueda. De este modo se crea un así llamado modelo nominal que se adapta después modificando las fuerzas laterales de las ruedas delanteras y traseras en dependencia de una situación de marcha actual, por ejemplo en base a un valor de fricción variable de la calzada o de las ruedas. Las fuerzas laterales se determinan empleando una aceleración transversal actual del vehículo y un índice de derrape o una aceleración de derrape. La adaptación se lleva a cabo empleando, por ejemplo, un regulador PI con un porcentaje de pre-control, siendo el porcentaje de pre-control una fuerza modelo determinada por medio del modelo de vía única. Una magnitud teórica de un regulador PI es, por ejemplo, un valor medio variable de la fuerza modelo, es decir, de la fuerza lateral modelada según el modelo de vía única, y de una fuerza lateral real. El valor medio se puede formar en dependencia de varias magnitudes como, por ejemplo, el ángulo de marcha oblicua. La formación del valor medio se puede concebir, por ejemplo, de modo que para una situación de marcha normal la fuerza modelo resulte determinante en aproximadamente un porcentaje del 100 por ciento. Con el aumento del ángulo de marcha oblicua aumenta el porcentaje de la fuerza lateral real y se reduce, de forma correspondiente el porcentaje de la fuerza modelo. Con un ángulo de marcha oblicua de 10° puede resultar apropiado un valor medio con el que ambos porcentajes sea respectivamente del 50 por ciento. De esta manera se puede considerar ventajosamente un valor de fricción reducido resultante de las respectivas características de la calzada y de los neumáticos.

- 35 La fuerza lateral así adaptada del eje delantero se puede utilizar para determinar la fuerza de cremallera modelada. Para calcular a partir de la misma un par de reposición, la fuerza lateral adaptada se puede multiplicar por una así llamada marcha por inercia virtual. La marcha por inercia virtual se caracteriza por una línea característica no lineal en dependencia del ángulo de marcha oblicua del eje delantero y se parametriza de acuerdo con un así llamado supuesto nominal. El par de reposición así determinado se transmite con la transmisión axial constructiva a la cremallera. Por transmisión axial constructiva se entiende la transmisión del recorrido de la cremallera al ángulo de dirección de rueda. La fuerza de cremallera modelada determinada teniendo en cuenta las magnitudes y operaciones antes citadas se puede multiplicar a continuación por un factor dependiente de la velocidad del vehículo.
- 40

Un segundo modelo comprende las magnitudes para la descripción de un proceso de aparcamiento del vehículo. Este proceso se diferencia mucho de una situación de marcha normal y se puede tener en consideración ventajosamente por medio del segundo modelo. El segundo modelo se activa al reducirse la velocidad del vehículo y se desactiva al aumentar la velocidad del vehículo, produciéndose la activación y desactivación mediante un aumento o una reducción constantes de la contribución de este componente a la fuerza de cremallera modelada. El proceso de aparcamiento se puede calcular, por lo tanto, de manera especialmente sencilla a la vista de la velocidad actual.

45

50

El segundo modelo general una parte para la fuerza de cremallera modelada principalmente a partir del ángulo de dirección o ángulo de dirección de rueda y de una velocidad de dirección, pudiéndose representar en principio un así llamado modelo de perforación de los neumáticos. Una primera parte de fuerza es generada por una rigidez no lineal en dependencia del ángulo de dirección de rueda. Una segunda parte de fuerza se genera como fuerza de amortiguación en dependencia de la velocidad de dirección. Una tercera parte de fuerza se genera por medio de un modelo de fuerza de histéresis. Las tres partes de fuerza se suman y caracterizan esencialmente las fuerzas que afectan a la dirección durante un proceso de aparcamiento que, de forma complementaria, se pueden adaptar al tipo de construcción del vehículo.

55

- Un tercer modelo describe las características de un eje del vehículo, especialmente las así llamadas características de histéresis. Con las mismas se pueden considerar otras magnitudes resultantes del tipo de construcción del vehículo o de la situación de marcha actual. Se pueden incluir, por ejemplo, la parte de la fuerza generada por los apoyos de goma del eje, por lo que la modelación puede ser más exacta. El tercer modelo puede considerar especialmente una velocidad de dirección y una fuerza de cremallera modelada actual completa. Las características de histéresis también se pueden crear con el componente que describe el proceso de aparcamiento y viceversa. Se puede prever especialmente que las características de histéresis sólo se tengan en cuenta o se tengan fundamentalmente en cuenta durante el aparcamiento. En este caso el tercer modelo correspondería al segundo modelo o lo sustituiría.
- Un cuarto modelo describe al menos una fuerza que se genera por una elevación del vehículo en dependencia del ángulo de rueda y que actúa sobre la cremallera. De este modo es posible perfeccionar la modelación adicionalmente. Debido al proceso de dirección el vehículo se eleva por el eje delantero en función de la construcción axial, especialmente en caso de ángulos de dirección grandes. Como consecuencia resulta una parte de la fuerza de cremallera conforme al respectivo ángulo de dirección, sobre todo al aparcar. Por este motivo conviene aumentar o reducir esta parte de fuerza en dependencia de la velocidad del vehículo. De esta manera este componente también se puede emplear para la generación de la parte de fuerza que se debe tener en cuenta durante el proceso de aparcamiento.
- De acuerdo con una variante de realización especialmente ventajosa, parte de fuerza que se ha de tener en consideración durante el proceso de aparcamiento se determina por medio del tercer modelo y del cuarto modelo, dado que durante el aparcamiento la histéresis y la elevación del vehículo resultan especialmente importantes. En este caso el segundo modelo se podría realizar mediante una combinación del tercer y del cuarto modelo.
- El bloque de adaptación compensa la fuerza de cremallera modelada generada por medio de los cuatro componentes antes descritos con la fuerza de cremallera real empleando magnitudes adicionales. La compensación se produce preferiblemente por medio del empleo de un regulador PI y de un así llamado pre-control. Las magnitudes adicionales pueden comprender el ángulo de marcha oblicua, magnitudes para la descripción de un estado del vehículo respecto a un sobreviraje o sotaviraje, la velocidad del vehículo, así como magnitudes para la descripción de actividades del actuador y/o de componentes de accionamiento.
- Otra variante de realización del procedimiento prevé que los modelos o las magnitudes generadas con ellos se conecten, desconecten y/o valoren constantemente con un factor de forma individual. En principio, esto es posible para cada modelo. Los modelos o las magnitudes que se emplean para la situación de marcha normal y el proceso de aparcamiento se pueden reproducir o suprimir especialmente de manera constante. Esto se realiza preferiblemente de modo que el conductor no lo perciba.
- La modelación se puede perfeccionar además adaptando la fuerza lateral que actúa sobre el eje del vehículo mediante el empleo de una fuerza lateral modelada generada según un modelo de vía única, un componente de fuerza lateral adicional y un ángulo de marcha oblicua. Esto es posible con ayuda de diversas operaciones matemáticas y mediante el empleo de alinealidades y/o regulaciones. De este modo se puede incrementar la precisión del procedimiento. Se propone especialmente que el componente de fuerza lateral adicional se determine por medio de la aceleración transversal del vehículo, la velocidad de derrape y/o una aceleración de derrape.
- La adaptación de la fuerza lateral se puede mejorar si se lleva a cabo con un regulador PI. Con el mismo se consigue ventajosamente un comportamiento constante de la fuerza lateral adaptada.
- Otras características, posibilidades de aplicación y ventajas de la invención resultan de la siguiente descripción de ejemplos de realización de la invención, que se describen a la vista de los dibujos, siendo las características importantes para la invención, tanto si se emplean solas como en diferentes combinaciones, sin que se advierta de nuevo explícitamente de esta circunstancia. Los dibujos muestran en la
- Figura 1 un dispositivo de dirección con un sistema de control y/o regulación para la ejecución del procedimiento según la invención;
- Figura 2 un esquema de conjunto de una variante de realización según la invención para el cálculo de la fuerza de cremallera y
- Figura 3 un esquema de conjunto que complementa la figura 2 para la adaptación de una fuerza lateral.
- A continuación el sistema de control y/o regulación se define también como "aparato de mando".
- En la figura 1 se representa un aparato de mando 1 asignado a un dispositivo de dirección 2. En el aparato de mando 1 se dispone un microprocesador 3 conectado a través de una línea de datos 4, por ejemplo un sistema de bus, a un medio de almacenamiento 5. A través de una línea de señales 6 el aparato de mando 1 se conecta a un motor 7, por ejemplo un motor eléctrico, con lo que es posible un control de la potencia del motor 7 por medio del aparato de mando 1. El motor 7 actúa a través de un engranaje 8 sobre una barra de torsión 9. En la barra de torsión 9 se dispone un elemento de dirección 10 configurado en el presente caso a modo de volante, por medio del cual el conductor puede aplicar un par de giro a la barra de torsión 9 accionando el elemento de dirección 10.

El dispositivo de dirección 2 presenta además un mecanismo de dirección 11 configurado especialmente en forma de mecanismo de dirección de cremallera. El mecanismo de dirección 11 también se puede configurar a modo de engranaje de tuerca esférica o engranaje de bolas circulantes. En la siguiente descripción se parte fundamentalmente, en la medida necesaria, de una dirección de cremallera en la que el mecanismo de dirección 11 comprende un piñón 12a y una cremallera 12b. El mecanismo de dirección 11 se une, por ejemplo, a través del piñón 12a y la cremallera 12b, así como a través de un varillaje de dirección 13 a las ruedas 14. Las ruedas 14 pueden presentar, en relación con una posición central correspondiente a la marcha recta del vehículo, un ángulo de dirección de rueda angRW. En el dibujo de la figura 1 se indica además una velocidad del vehículo.

El dispositivo de dirección 2 presenta además un sensor de par 15 para el registro de un par de dirección real torSW y un sensor 16 para el registro de un ángulo de volante angSW. En el ejemplo de realización representado en la figura 1 el sensor 16 se asigna al motor 7, por lo que por medio del sensor 16 se registra un ángulo de rotor del motor 7. Éste corresponde al ángulo de volante angSW (posiblemente hasta un factor que describe una transmisión), dado que el motor 7 colabora a través del engranaje 8 con la barra de torsión 9 y, por consiguiente, con el elemento de dirección 10. El ángulo de volante angSW se puede registrar también por medio de un sensor asignado al elemento de dirección 10 o a la barra de torsión 9. Sin embargo, por medio del sensor 16 dispuesto en el motor 7 se consigue, gracias al registro del ángulo de rotor, una mayor resolución.

El dispositivo de dirección 2 presenta además un sensor 17 por medio del cual se puede determinar una fuerza de cremallera real forR. La fuerza de cremallera real forR corresponde a una aceleración transversal o a una fuerza de guía lateral real que actúa a través de las ruedas 14 y el varillaje de dirección 13 sobre la cremallera 12b. La fuerza de cremallera real forR se transmite al aparato de mando 1. La determinación de la fuerza de cremallera real forR se puede llevar a cabo, como alternativa al sensor 17, con ayuda de un observador, empleándose magnitudes que afectan directamente al dispositivo de dirección 2, por ejemplo un par de motor del motor 7 así como el par de dirección real torSW registrado por el sensor de par 15. De forma complementaria se pueden emplear las magnitudes dinámicas a fin de precisar la determinación de la fuerza de cremallera real.

De acuerdo con la invención se emplea por completo o en parte, de modo adicional o complementario a la fuerza de cremallera real forR que actúa sobre las ruedas 14, una fuerza de cremallera modelada forMD. La determinación de la fuerza de cremallera modelada forMD también se lleva a cabo por medio de aparato de mando 1.

El par de dirección real torSW registrado por medio del sensor de par 15 y el ángulo de volante angSW registrado por medio del sensor 16 se transmiten igualmente al aparato de mando 1. La velocidad actual del vehículo velV se transmite además al aparato de mando 1 o se calcula en el mismo a partir de otras magnitudes. También se aporta al aparato de mando 1 una velocidad de dirección anvSW. La velocidad de dirección anvSW define la velocidad de revoluciones a la que se acciona el elemento de dirección 10 y, por consiguiente, la barra de torsión 9. La velocidad de dirección anvSW se puede obtener, por ejemplo, por medio de un sensor apropiado, en la barra de torsión 9. También es posible que la velocidad de dirección anvSW se produzca en el aparato de mando 1, por ejemplo en función del ángulo de volante angSW ya conocido y del tiempo.

El funcionamiento del procedimiento llevado a cabo en el aparato de mando 1 para la determinación de la fuerza de cremallera forZS se representa mediante el diagrama mostrado en la figura 2. El programa se realiza preferiblemente en forma de un programa de ordenador en el que se implementan adecuadamente las funcionalidades necesarias para la determinación de la fuerza de cremallera modelada forMD. El programa de ordenador se guarda, por ejemplo, en el medio de almacenamiento 5 y se ejecuta en el microprocesador 3.

La figura 2 muestra en un ejemplo de realización un esquema de conjunto para la determinación de una fuerza de cremallera resultante forZS formado principalmente por varios modelos. En la parte izquierda del dibujo de la figura 2, los cuatro bloques significan de arriba abajo:

- un modelo 52 para la descripción de un proceso de marcha de un vehículo;
- un modelo 54 para la descripción de un proceso de aparcamiento del vehículo;
- un modelo 56 para la descripción de las características de histéresis de un eje de vehículo y
- un modelo 58 para la descripción de una fuerza que es generada por una elevación del vehículo en función del ángulo de dirección de rueda y que actúa sobre la dirección.

Un bloque 60 en la parte central del dibujo de la figura 2 junta las señales de salida de los modelos 52, 54, 56 y 58 y determina, a partir de las mismas, la fuerza de cremallera modelada forMD. La fuerza de cremallera modelada forMD se determina en dependencia de las magnitudes empleadas en la figura 2 y de las pistas de señal dibujadas.

En el ejemplo de realización mostrado en la figura 2 la fuerza de cremallera modelada forMD se reconduce al modelo 56 a través de un bloque de retardo 62 para la determinación de las características de histéresis.

Un posterior bloque de adaptación 64 comprende como magnitudes de entrada la fuerza de cremallera modelada forMD existente en la salida del bloque 60, la fuerza de cremallera real forR así como magnitudes adicionales definidas con la referencia 66 que comprenden, por ejemplo, un ángulo de marcha oblicua angSID.

En la figura 2 se representan las siguientes magnitudes individuales:

ES 2 600 906 T3

- un ángulo de dirección de rueda $angRW$ [rueda, radiante];
- una velocidad de vehículo $velV$ [km/h, kilómetro por hora];
- una aceleración transversal $accLAT$ [m/s^2 , metro entre segundo al cuadrado] y
- una velocidad de derrape $anvYAW$ [rueda/s, radiante por segundo].

5 Las cuatro magnitudes de entrada se aportan a los bloques 52, 54, 56, 58 y 60, tal como se indica en la figura 2 por medio de líneas y flechas.

10 El modelo 52 emplea las magnitudes de entrada para determinar un componente $forESM$ de la fuerza de cremallera modelada $forMD$ para un proceso de marcha normal del vehículo, y aporta la parte $forESM$ al bloque 60. La parte $forESM$ se determina fundamentalmente a partir del ángulo de dirección de rueda $angRW$ y de la velocidad del vehículo $velV$. La base la constituye el así llamado modelo de vía única conocido por el estado de la técnica, calculándose fuerzas laterales de los neumáticos o del eje correspondiente en función de un ángulo de marcha oblicua de las ruedas 14. Esto se define aquí como modelo nominal. Sobre esta base se adapta el modelo nominal, para lo que se consideran los efectos dependientes de una situación de marcha actual de las fuerzas laterales delanteras y traseras que influyen en las ruedas. Como consecuencia, las fuerzas laterales se pueden ajustar, es decir, adaptar debidamente. Este proceso se describirá más adelante de forma detallada a la vista de la figura 3.

15 El modelo 54 emplea la velocidad del vehículo $velV$ y el ángulo de dirección de rueda $angRW$ para determinar un componente $forPAR$ para un proceso de aparcamiento del vehículo, y transmite dicho componente $forPAR$ al bloque 60.

20 El modelo 56, representado a modo de ejemplo en la variante de realización de la figura 2, emplea el ángulo de dirección de rueda $angRW$ así como la fuerza de cremallera modelada reconducida $forMD$ para determinar un componente $forHYS$ para la descripción de características de histéresis de uno o varios ejes del vehículo y aporta el componente $forHYS$ así determinado igualmente al bloque 60.

25 El modelo 58 emplea el ángulo de dirección de rueda $angRW$ para determinar y describir una fuerza $forHUB$ generada por la elevación del vehículo en función del ángulo de dirección de rueda $angRW$. También se pueden tener en cuenta las características inherentes al tipo de construcción del vehículo.

A partir de los distintos modelos 52, 54, 56 y 58 se crea en el bloque 60 una fuerza de cremallera modelada. Para ello es posible activar de forma constante (reproducir) y/o desactivar de forma constante (suprimir) o conectar o desconectar uno o varios modelos o magnitudes creadas a partir de los mismos, por ejemplo en dependencia de una situación de marcha.

30 En el bloque 64 se compensa la fuerza de cremallera modelada $forMD$ generada el bloque 60 con la fuerza de cremallera real $forR$, empleando magnitudes adicionales 66. Las magnitudes adicionales 66 comprenden en este caso un ángulo de marcha oblicua $angSID$ para la descripción de un estado de marcha con respecto a un eventual sobreviraje o sotaviraje, la velocidad del vehículo $velV$, así como magnitudes para la descripción de actividades de actuador y/o de componentes de accionamiento. La estructura interior básica del bloque 64 es similar a la del esquema de conjunto descrito a continuación por medio de la figura 3, empleándose sin embargo magnitudes de entrada distintas. El bloque de adaptación 64 emplea especialmente un regulador PI con pre-control similar al de la figura 3.

La figura 3 muestra un esquema de conjunto para la determinación de una fuerza lateral adaptada $fyADA$ que actúa sobre el eje delantero. En la figura 3 se representan como magnitudes de entrada:

- 40
- un ángulo de marcha oblicua $angSID$;
 - una fuerza lateral modelada $fyMDL$ que caracteriza una fuerza lateral de un eje de vehículo o de la rueda 14 y que se determina en base a un modelo de vía única según el estado de la técnica, y
 - una fuerza lateral real $fyFZG$ del eje de vehículo o de la rueda 14 que se determina en dependencia de la velocidad transversal del vehículo $accLAT$ y de la velocidad de derrape $anvYAW$ o de una aceleración de derrape del vehículo.

45 La variante de realización representada por medio del esquema de conjunto mostrado en la figura 3 comprende, entre otros, los siguientes bloques funcionales:

- un escalado no lineal 72 del ángulo de marcha oblicua $angSID$ y un limitador 74 que le sigue;
- una constante 76 que aquí presenta un valor "100", y un primer sumador 78;
- un segundo, tercer, cuarto y quinto sumador 80, 82, 84 y 86;
- 50 - un primer multiplicador 88 y un segundo multiplicador 90;
- tres factores 92, KP y KI;
- un tiempo de marcha 94;
- un bloque aritmético 96 que aquí cumplen una función correspondiente a un término

$$\frac{K \cdot Ts}{z-1}$$

El factor KP corresponde a una parte proporcional, el factor KI a una parte integral y el bloque 96 a un integrador de un circuito de regulación 97 representado por los bloques 82, 84, 86, 94, 96, KP y KI.

5 Se ve que la fuerza lateral adaptada fyADA se crea mediante diversas operaciones aritméticas a partir de las tres magnitudes de entrada. El ángulo de marcha oblicua angSID se forma y limita de manera no lineal, ponderando la señal así creada la fuerza lateral modelada fyMDL, así como la fuerza lateral real fyFZG adecuadamente por medio de los multiplicadores 88 y 90. La señal de salida del sumador 80 pasa a continuación por el circuito de regulación 97. Posteriormente se conecta en el sumador 86, de forma complementaria, la fuerza lateral modelada fyMDL como la así llamada parte de pre-control, formándose como magnitud de salida del esquema de conjunto mostrado en la figura 3 la fuerza lateral adaptada fyADA.

10 En total, el esquema de conjunto representado en la figura 3 muestra la adaptación del componente forESM de la fuerza de cremallera empleado para el proceso de marcha. Expresándolo de forma simplificada, en el esquema de conjunto de la figura 3 se compensan la fuerza lateral modelada fyMDL y la fuerza lateral real fyFZG. Se pueden tener en cuenta, entre otros, el ángulo de marcha oblicua angSID, la fuerza lateral real fyFZG, la velocidad del vehículo veV, la situación de marcha, por ejemplo un sobreviraje o sotaviraje, y/o componentes de accionamiento como, por ejemplo, actuadores dispuestos en el dispositivo de dirección. Esto se describe detalladamente a continuación.

15 Para la adaptación de la fuerza lateral modelada fyMDL se calculan en primer lugar las fuerzas laterales existentes en las ruedas 14. El cálculo se realiza empleando la velocidad del vehículo veV o de una aceleración del vehículo así como empleando la velocidad de derrape anYAW o la aceleración de derrape. La propia adaptación se lleva a cabo por medio de un regulador PI con parte de pre-control formado por medio del circuito de regulación 97. Como parte de pre-control actúa la fuerza lateral modelada fyMDL. La magnitud teórica para el regulador es un valor medio variable de la fuerza lateral modelada fyMDL y la fuerza lateral real determinada fyFZG. El cálculo del valor medio se puede hacer en función de determinadas señales, por ejemplo en función del ángulo de marcha oblicua angSID, tal como se representa en la figura 3. Prefereiblemente el cálculo del valor medio se realiza de modo que durante una situación de marcha normal, es decir, con un ángulo de marcha oblicua angSID comparativamente pequeño, la fuerza lateral modelada fyMDL pueda intervenir en la fuerza lateral adaptada fyADA en hasta un 100 por cien y, de forma correspondiente, la fuerza lateral real fyFZG hasta bajar al 0 por ciento. Con el aumento del ángulo de marcha oblicua angSID el valor medio se puede adaptar debidamente, por lo que con un ángulo de marcha oblicua angSID de 10°, por ejemplo, la fuerza lateral modelada fyMDL y la fuerza lateral adaptada fyADA puedan presentar respectivamente una proporción del 50 por ciento. Como consecuencia se puede considerar también un valor de fricción de las ruedas sobre la calzada cambiado con respecto a una situación de marcha normal, a fin de adaptar correctamente el modelo nominal antes descrito.

20 Para el cálculo de la fuerza de cremallera modelada forMD se emplea la fuerza lateral adaptada fyADA del eje delantero. Por multiplicación con la así llamada marcha de inercia virtual se puede calcular un par de reposición. La marcha por inercia se describe por medio de una línea característica no lineal en dependencia del ángulo de marcha oblicua del eje delantero y se parametriza en función de un supuesto nominal. El par de reposición de neumático obtenido se transmite con la transmisión axial constructiva a la cremallera 12b. La transmisión axial constructiva describe la transmisión de un recorrido de la cremallera 12b (recorrido de cremallera) al ángulo de dirección de rueda angRW. La fuerza así determinada sobre la cremallera 12b se multiplica por otro factor que depende de la velocidad.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la determinación de una fuerza de cremallera para un dispositivo de dirección (2) de un vehículo, caracterizado por que la fuerza de cremallera (forZS) se determina en dependencia de una pluralidad de modelos, caracterizado por que por medio de un primer modelo (52) se genera un componente (forESM) de la fuerza de cremallera (forZS) correspondiente al proceso de marcha y por medio de al menos un segundo modelo (54) se genera un componente de la fuerza de cremallera (forZS) correspondiente a un proceso de aparcamiento.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que por medio de otro modelo (58) se genera un componente (forHUB) de la fuerza de cremallera (forZS) correspondiente a una fuerza de elevación que se produce especialmente con ángulos de dirección mayores.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que por medio del segundo modelo (54) o por medio de otro modelo más (56) se genera un componente (forHYS) de la fuerza de cremallera (forZS) que describe las características de histéresis de al menos uno de los ejes.
- 15 4. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el componente (forESM) correspondiente al proceso de marcha se determina en función de al menos una de las siguientes magnitudes y, especialmente, en función de varias de las siguientes magnitudes:
- un ángulo de dirección de rueda (angRW) o una magnitud que le corresponda;
 - una velocidad del vehículo (velV);
 - una aceleración transversal del vehículo (accLAT);
- 20 - una velocidad de derrape (anvYAW).
5. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el componente correspondiente al proceso de aparcamiento se determina en función de al menos una de las siguientes magnitudes y, especialmente, en función de varias de las siguientes magnitudes:
- 25 - un ángulo de dirección de rueda (angRW) o una magnitud que le corresponda;
- una velocidad del vehículo (velV);
6. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 2 a 5, caracterizado por que el componente (forHUB) correspondiente a la fuerza de elevación se determina en función del ángulo de dirección de rueda (angRW) o en una magnitud correspondiente al ángulo de dirección de rueda (angRW).
- 30 7. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 3 a 6, caracterizado por que el componente (forHYS) que describe las características de histéresis de al menos uno de los ejes se determina en función del ángulo de dirección de rueda (angRW) o de una magnitud correspondiente al ángulo de dirección de rueda (angRW).
8. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los distintos componentes de la fuerza de cremallera (forZS) se combinan en una fuerza de cremallera modelada (forMD).
- 35 9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado por que los distintos componentes de la fuerza de cremallera (forZS) se combinan en la fuerza de cremallera modelada (forMD) en dependencia de la velocidad del vehículo (velV).
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 ó 9, caracterizado por que para la determinación de la fuerza de cremallera (forZS), la fuerza de cremallera modelada (forMD) y la fuerza de cremallera real (forR) se ponderan y combinan en dependencia de al menos una de las siguientes magnitudes (66):
- 40 - un ángulo de marcha oblicua (angSID);
- una magnitud que describe el estado de marcha, especialmente con respecto a un eventual sobreviraje o sotaviraje;
 - una velocidad del vehículo (velV);
 - una actividad actual de al menos un actuador de un componente de accionamiento.
- 45 11. Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado por que la fuerza de cremallera modelada (forMD) y la fuerza de cremallera real (forR) se ponderan y combinan, especialmente mediante el empleo de un regulador PI.
12. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que al menos para el componente (forESM) correspondiente al proceso de marcha se lleva a cabo una adaptación en función de al menos una fuerza lateral (fyADA).
- 50

13. Procedimiento según la reivindicación 12, caracterizado por que la fuerza lateral (f_{yADA}) se crea en dependencia de una fuerza lateral modelada (f_{yMDL}) producida por medio de un modelo de vía única, de una fuerza lateral real (f_{yFZG}) y de un ángulo de marcha oblicua (angSID).
- 5 14. Procedimiento según la reivindicación 13, caracterizado por que la fuerza lateral real (f_{yFZG}) se determina empleando la aceleración transversal del vehículo (accLAT), la velocidad de derrape (anvYAW) y/o la aceleración de derrape.
15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 12 a 14, caracterizado por que la adaptación se lleva a cabo por medio de un regulador PI.
- 10 16. Programa de ordenador que se puede procesar en un sistema de control y/o de regulación (1) de un dispositivo de dirección (2), caracterizado por que el programa de ordenador se programa de manera que se ejecute un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 15 cuando el programa de ordenador se procesa en el sistema de control y/o regulación (1).
- 15 17. Medio de almacenamiento (5) para un sistema de control y/o de regulación (1) de un dispositivo de dirección (2), caracterizado por que en el medio de almacenamiento (5) se guarda un programa de ordenador para la aplicación en un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 15.
18. Sistema de control y/o regulación (1) de un dispositivo de dirección (2), caracterizado por que el mismo está programado para su aplicación en un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 15.
19. Dispositivo de dirección (2) de un vehículo, caracterizado por que el dispositivo de dirección (2) comprende elementos para la ejecución de un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 15.

20

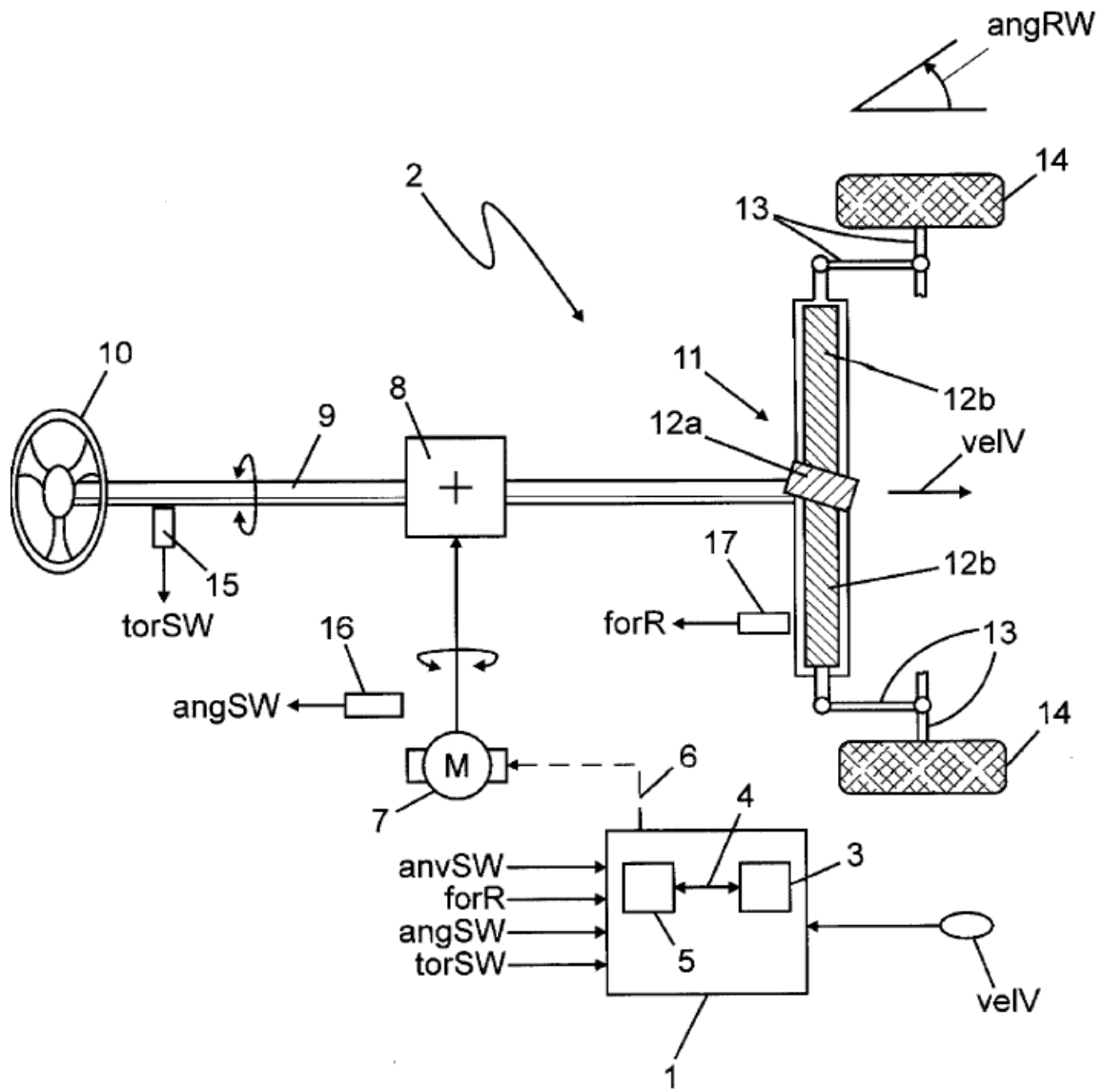


Fig.1

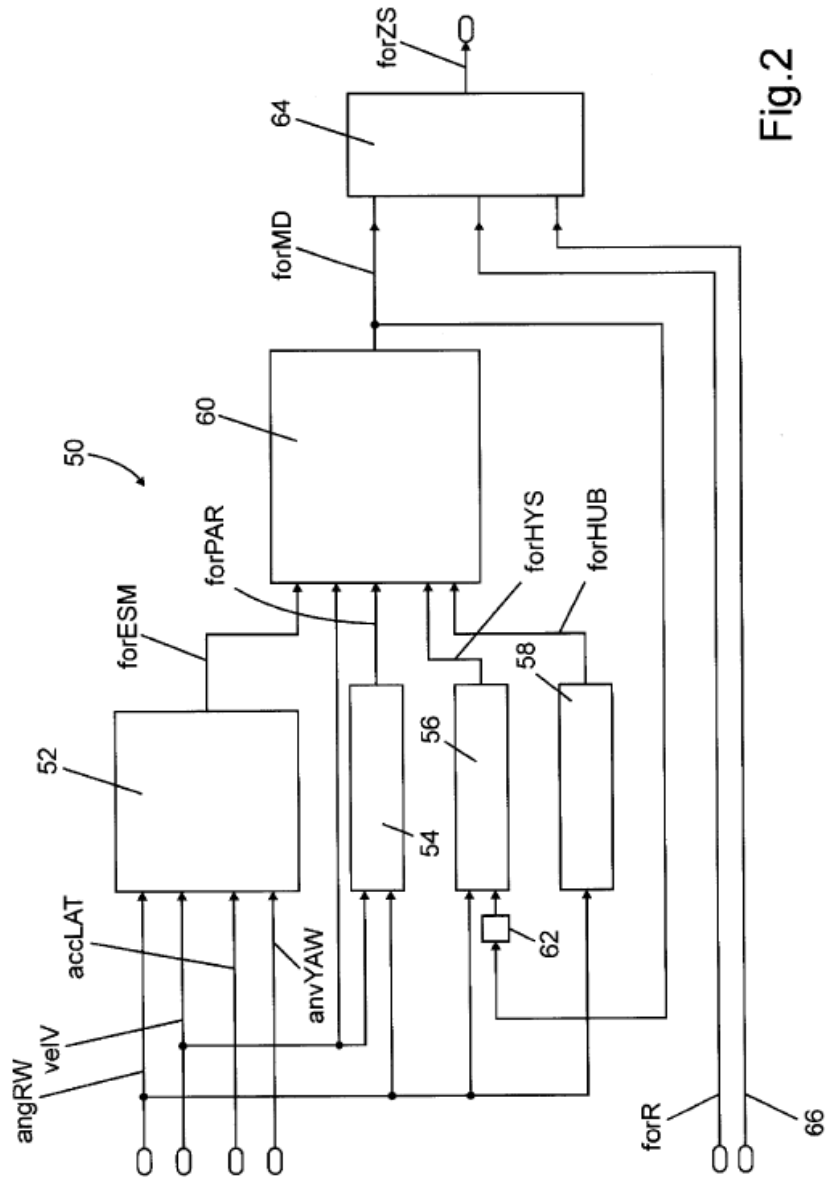


Fig.2

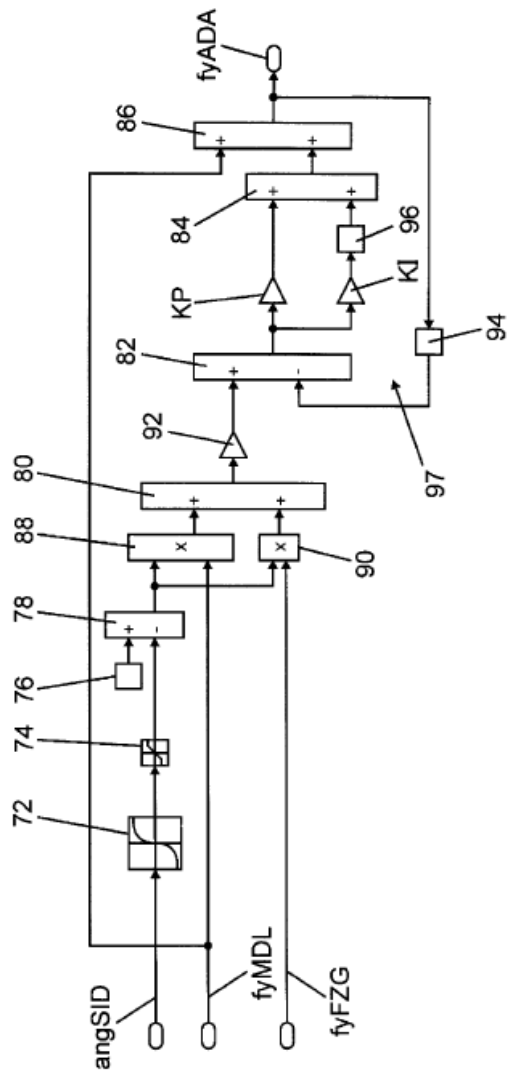


Fig.3