



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 335 544**

51 Int. Cl.:
B62D 5/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07120699 .9**

96 Fecha de presentación : **14.11.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **1955925**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **13.08.2008**

54 Título: **Procedimiento de operación de un sistema de dirección en un vehículo automóvil.**

30 Prioridad: **08.02.2007 DE 10 2007 006 232**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.03.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.03.2010

73 Titular/es: **ZF-Lenksysteme GmbH**
Richard-Bullinger-Strasse 77
73527 Schwäbisch Gmünd, DE

72 Inventor/es: **Heilig, Arnulf y**
Heger, Markus

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

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 de operación de un sistema de dirección en un vehículo automóvil

La invención se refiere a un procedimiento de operación de un sistema de dirección en un vehículo automóvil.

En el documento DE 102 21 678 A1 se describe un sistema de dirección para un vehículo automóvil, al que está asociado un servomotor eléctrico, a través del que puede generarse un par de apoyo. En función de un par de dirección manual generado por el conductor se calcula un dato de par deseado, que es suministrado como magnitud de entrada al servomotor, tras lo cual se genera en el servomotor un servopar de motor. El servomotor puede estar dispuesto en un mecanismo de la dirección, a través del el ángulo de dirección proporcionado por el conductor es convertido en un ángulo de dirección de rueda.

El documento JP 06-340270 A muestra un procedimiento de operación de un sistema de dirección en un vehículo automóvil, en que el procedimiento tiene los siguientes pasos de procedimiento:

- un servopar de motor para el apoyo a la dirección es generado en el sistema de dirección, en que un dato de par deseado es suministrado a un servomotor,
- el conductor proporciona a través del volante un par de dirección manual en el sistema de dirección, y en función de determinadas magnitudes de operación del vehículo es aumentada la resistencia frente a modificaciones del ángulo de dirección para el incremento del par de dirección manual a aplicar por el conductor,
- como magnitudes de operación del vehículo se tienen en cuenta un límite superior para el ángulo de dirección y una velocidad angular límite de dirección, en que la resistencia frente a modificaciones del ángulo de dirección es aumentada cuando son superados respectivamente el límite superior para el ángulo de dirección y la velocidad angular límite de dirección, y en que la resistencia frente a modificaciones del ángulo de dirección sólo es aumentada por debajo de una velocidad límite del vehículo que aparece al aparcar.

La potencia de dirección de sistemas de dirección controlables eléctricamente se diseña habitualmente para un proceso de aparcamiento. Para ello se tienen en cuenta como datos una velocidad de dirección mínima en función del ángulo de dirección o de la carrera de cremallera así como la fuerza de cremallera necesaria en función del ángulo de dirección o de la carrera de cremallera. A partir de estas magnitudes puede calcularse la potencia de cremallera necesaria como máximo, para la que se diseña el sistema de actuadores. A partir del diseño de actuadores y de las fuerzas de dirección que aparecen realmente en el vehículo resulta una velocidad de dirección alcanzable como máximo del servomotor en función de la carrera de cremallera o respectivamente del ángulo de dirección. Para todas las velocidades angulares de dirección por encima de este valor límite, el conductor debe contribuir mecánicamente a la dirección, para lo que debe superarse una considerable resistencia en el volante, lo que se refleja en un incremento correspondiente del par de dirección manual a aplicar por el conductor.

La servofunción del sistema de dirección controlado eléctricamente hace posible que el conductor aparque con pares de dirección bajos. El diseño de potencia del sistema de dirección controlado eléctricamente se produce habitualmente para el punto con una potencia de dirección mecánica máxima. Debido a las pequeñas fuerzas de cremallera en el intervalo central, son sin embargo posibles en este intervalo de operación de la dirección velocidades muy altas, de modo que el conductor pueda acelerar muy fuertemente el volante en torno al intervalo central durante el proceso de aparcamiento. Al aumentar el ángulo de dirección aumenta la fuerza de cremallera y se reduce fuertemente la velocidad de dirección posible. Al cambiar entre el intervalo central y el intervalo exterior de la dirección, el conductor puede notar para velocidades angulares de dirección altas un aumento fuerte de la resistencia en el volante frente a modificaciones adicionales del ángulo de dirección, cuya resistencia debe ser superada mediante un par de dirección manual correspondientemente superior, que debe aplicar el conductor. Este fuerte aumento del par es considerado sin embargo por regla general como molesto por el conductor.

La invención tiene como tarea mejorar el comportamiento de dirección en vehículos automóviles. Debe evitarse en particular para movimientos de dirección rápidos un aumento repentino de la resistencia en el volante frente a modificaciones del ángulo de dirección.

Esta tarea es resuelta conforme a la invención con las características de la reivindicación 1. Las reivindicaciones subordinadas exponen perfeccionamientos convenientes.

Mediante la invención se consigue el efecto de que el conductor debe aplicar de antemano un determinado par de dirección manual para modificaciones del ángulo de dirección. Con ello se elimina o se reduce considerablemente un aumento repentino de la resistencia frente a modificaciones del ángulo de dirección, con lo que se evitan efectos sorpresivos negativos. Dado el caso se asume ciertamente que el conductor debe aplicar fuerzas de dirección mayores; el nivel del par de dirección manual a generar como máximo puede llevarse sin embargo a un nivel deseado mediante un ajuste correspondiente del sistema de actuadores. A través de ello aumenta también la seguridad de evitar reacciones de pánico.

ES 2 335 544 T3

Como magnitud de estado o de operación del vehículo, de la que se hace depender la resistencia frente a modificaciones del ángulo de dirección, se toma en particular una velocidad angular límite de dirección, en que la resistencia frente a modificaciones del ángulo de dirección aumenta en caso de que se supere la velocidad angular límite de dirección. La velocidad angular límite de dirección se calcula continuamente en función del ángulo de dirección.

El aumento de la resistencia de cara al incremento del par de dirección manual a aplicar por el conductor puede llevarse a cabo de diversos modos. Conforme a una realización conveniente, el dato de par deseado a suministrar al servomotor es limitado o respectivamente reducido, de modo que el conductor debe contribuir en mayor proporción al par de dirección, para obtener la modificación deseada del ángulo de dirección. La relación entre el par de dirección manual y el servopar de motor se desplaza en el sentido de un par de dirección manual más alto a generar por el conductor.

Conforme a la invención, la resistencia frente a modificaciones del ángulo de dirección sólo es aumentada por debajo de una velocidad límite de vehículo que aparece al aparcar, que está situada por ejemplo en 15 ó 20 km/h. A través de ello se asegura que el aumento de resistencia sólo se lleva a cabo al aparcar o respectivamente maniobrar, pero no en la operación de conducción normal del vehículo para velocidades más altas y altas. La resistencia de dirección más alta al aparcar se compensa normalmente mediante un servopar correspondientemente aumentado; conforme a la invención está previsto aumentar, mediante medidas apropiadas, de modo artificial la resistencia frente a modificaciones del ángulo de dirección también al aparcar y maniobrar, de modo que el conductor debe aplicar un par de dirección manual aumentado. Las pequeñas pérdidas de confort asociadas a ello son compensadas por la seguridad aumentada que se consigue al evitar reacciones de pánico del conductor, que pueden producirse en movimientos de dirección rápidos en caso de una resistencia aumentada que aparece repentinamente tras una resistencia inicialmente baja.

Conforme a otra realización ventajosa, la resistencia frente a modificaciones del ángulo de dirección es aumentada mediante el recurso de que es generado un par de amortiguación dependiente de la velocidad angular de dirección, cuyo par se opone a modificaciones del ángulo de dirección. Este par de amortiguación se genera habitualmente en un plano electrónico en un aparato de regulación o control del sistema de dirección mediante el recurso de que el dato de par deseado a proporcionar al servomotor es calculado en función del par de amortiguación, en particular a partir de la diferencia entre un par deseado de motor calculado en un regulador y el par de amortiguación dependiente de la velocidad angular de dirección. Restando el par de amortiguación del par deseado de motor se consigue una reducción del dato de par deseado que es suministrado al servomotor, de modo que como anteriormente se ha expuesto el conductor debe generar un par de dirección manual aumentado para la compensación del dato reducido de par deseado.

Fundamentalmente entra en consideración sin embargo también una amortiguación a través de un componente separado en el sistema de dirección, que funciona de forma mecánica, eléctrica, neumática, hidráulica o de otro modo.

Otra posibilidad para aumentar la resistencia frente a modificaciones del ángulo de dirección consiste en reducir el servopar de motor para el apoyo a la dirección en el sistema de dirección, mediante el recurso de que el par deseado de motor calculado en el regulador es limitado a un valor máximo. Es posible también limitar el par deseado de motor determinado por cálculo con su valor actual determinado en el transcurso del procedimiento, aplicando un factor de limitación. En el primer caso se proporciona simplemente un valor máximo, que se aplica como límite para el par deseado de motor, en el segundo caso cada valor de par deseado de motor determinado actualmente es multiplicado por un factor de limitación, que es menor que uno. En ambos casos se consigue una limitación a un valor máximo. Esta limitación se produce en particular en función de otra magnitud de estado o de operación del vehículo, preferentemente en función de la velocidad angular de dirección, de modo que al aumentar la velocidad angular de dirección es rebajado el par deseado de motor máximo.

En general puede ser conveniente ajustar de forma variable la resistencia frente a modificaciones angulares en función de una magnitud de estado o de operación del vehículo, en particular en función de la velocidad del vehículo. Esto hace posible una transición entre procesos de aparcamiento o de maniobra y procesos de arranque o de operación ordinaria del vehículo, por ejemplo a través de una rampa definible, que puede representarse en función de la velocidad del vehículo.

Otras ventajas y realizaciones convenientes pueden deducirse de las otras reivindicaciones, de la descripción de figuras y de los dibujos. Muestran:

la figura 1 una representación esquemática de un sistema de dirección en un vehículo, en el que un mecanismo de superposición está conectado antes de un mecanismo de dirección,

la figura 2 la velocidad angular de dirección alcanzable como máximo en función del ángulo de dirección,

la figura 3 el par de dirección manual a aplicar por el conductor en función del ángulo de dirección,

la figura 4 un diagrama de bloques para la determinación del servopar de motor para el servomotor en el sistema de dirección, en que se tiene en cuenta un par de amortiguación dependiente de la velocidad angular de dirección,

ES 2 335 544 T3

la figura 5 otro diagrama de bloques para la determinación del servopar de motor con una limitación a un par deseado de motor máximo,

la figura 6 otro diagrama de bloques para la determinación del servopar de motor con una limitación del par deseado de motor mediante aplicación continua de un factor de limitación.

En las figuras, iguales componentes están dotados de iguales números de referencia.

La figura 1 representa un sistema de dirección 1 en un vehículo automóvil con un volante 2, un árbol de dirección 3 unido al volante 2, un mecanismo de dirección 6 y un varillaje de dirección 7, que está acoplado a las ruedas delanteras direccionales 8. A través del volante 2, el conductor proporciona un ángulo de dirección δ_L , que es convertido a través del árbol de dirección 3 y del mecanismo de dirección 6 en una carrera de cremallera en el varillaje de dirección 7, tras lo cual se establece un ángulo de giro de rueda δ_v en las ruedas delanteras direccionales 8.

El mecanismo de dirección 6 lleva asociado un servomotor o motor de accionamiento 9, que sirve para el apoyo y la reducción del par de dirección manual M_{manual} a aplicar por el conductor. El servomotor 9 está conformado convenientemente como servomotor eléctrico, entrando en consideración dado el caso también un actuador hidráulico.

El árbol de dirección 3 está dividido en dos y tiene un mecanismo de superposición 4 intercalado, que lleva asociado otro servomotor 5. Al activar el servomotor 5 se genera en el mecanismo de superposición 4 un ángulo de giro adicional δ_M , que es superpuesto al ángulo de dirección δ_L , que es proporcionado por el conductor, formando el ángulo de dirección δ_L' resultante. Este ángulo de dirección δ_L' resultante es suministrado al mecanismo de dirección 6 como ángulo de entrada. Sin la activación del servomotor 5 no se genera tampoco un ángulo de giro adicional δ_M , de forma que cuando el servomotor 5 no está activado el ángulo de dirección δ_L' resultante es idéntico al ángulo de dirección δ_L proporcionado por el conductor. Puede renunciarse también dado el caso al mecanismo de superposición 4, inclusive el servomotor 5.

En la figura 2 está representada la evolución de la velocidad angular de dirección $\dot{\delta}_L$ en función del ángulo de dirección δ_L o equivalentemente a ello en función de la carrera de cremallera. La evolución de la velocidad angular de dirección dibujada es específica del sistema de dirección y depende del dimensionamiento y parametrización del sistema de actuadores escogido. En el intervalo central del ángulo de dirección δ_L , la evolución de la velocidad angular de dirección tiene una elevación indicada a rayas, que representa la velocidad angular de dirección alcanzable como máximo en torno a la posición nula del sistema de dirección, que puede ser apoyada al máximo por el servomotor o motor de accionamiento. Esta elevación indicada a rayas representa una reserva del servomotor o motor de accionamiento, que sin embargo no es necesaria por regla general; más bien se busca o se realiza una evolución de la velocidad angular de dirección $\dot{\delta}_L$ conforme a la evolución en arco de circunferencia por debajo de la superficie indicada a rayas. La elevación desemboca en el punto 10 en la evolución en arco de circunferencia, aplanada respecto a la elevación, de la velocidad angular de dirección, en que en el punto 10 se tiene un gradiente comparativamente grande en la evolución de la velocidad angular de dirección.

En la figura 3 se representa la evolución del par manual M_{manual} a proporcionar por el conductor en función del ángulo de dirección δ_L . La evolución con línea continua es característica para realizaciones según el estado de la técnica, la evolución con línea discontinua es por el contrario característica para la invención. Conforme a la evolución del par manual con línea continua, el par manual M_{manual} aumenta fuertemente en el punto 10, que caracteriza la transición con gradientes altos en la evolución de la velocidad angular de dirección. Este fuerte aumento hay que atribuirlo a que la velocidad angular de dirección $\dot{\delta}_L$ alcanzable como máximo tiene una elevación en el intervalo central de la dirección, como se representa en la figura 2, y está sometida a un fuerte gradiente en el punto 10. Si el conductor realiza un giro con velocidad angular de dirección alta en el intervalo central y se topa con una desviación creciente de ángulo de dirección en este punto 10, la resistencia en el sistema de dirección es aumentada bruscamente.

Para reducir este aumento repentino de la resistencia en el sistema de dirección, se establece la evolución, representada con línea discontinua, del par manual M_{manual} , que se caracteriza en el segmento anterior a la llegada al punto 10 por una evolución más alta, que está incrementada en la cantidad ΔM_{manual} respecto a la evolución original. La cantidad ΔM_{manual} se escoge de tal modo que en el punto 10 no se produce ninguna o se produce sólo una pequeña elevación, de modo que el conductor ciertamente debe aplicar hasta llegar al punto 10 un par manual M_{manual} comparativamente alto, pero durante el proceso de giro no nota ningún aumento brusco de la resistencia. La evolución, incrementada en la cantidad ΔM_{manual} y representada en línea discontinua, del par manual M_{manual} corresponde a una velocidad angular de dirección a lo largo de la línea que limita por arriba la superficie indicada a rayas en la figura 2, es decir a la velocidad a apoyar al máximo por el servomotor o motor de accionamiento.

Está incluida en la figura 3 además una línea discontinua inferior, que puentea la gran elevación en el par manual conforme al estado de la técnica con línea continua con sólo una pequeña elevación y por lo demás coincide con la evolución continua en los intervalos anteriores y posteriores a la elevación. Esta evolución del par manual M_{manual} corresponde a una velocidad angular de dirección a lo largo de la línea en arco de circunferencia de la figura 2, es decir debajo de la superficie indicada a rayas.

En el diagrama de bloques conforme a la figura 4, el sistema de dirección conforme a la invención está representado en una primera realización. El par manual M_{manual} a aplicar por el conductor es suministrado a un regulador de dirección 11, en el que se genera un par deseado de motor M_{mot} . De este par deseado de motor M_{mot} se resta un par de amortiguación M_{amort} calculado, que se determina en un elemento de amortiguación 12 en función de la velocidad angular de dirección $\dot{\delta}_L$, que se introduce como magnitud de entrada en el elemento de amortiguación 12. La diferencia entre el par deseado de motor M_{mot} y el par de amortiguación M_{amort} entra como dato de par deseado M_{des} en un regulador de motor 13, que pone a disposición como salida una magnitud de entrada para actuador, en particular una tensión eléctrica para actuador U_{act} . La tensión eléctrica para actuador U_{act} es suministrada a continuación al servomotor 9, en el que se genera un servopar o par de accionamiento de motor M_{servo} , que se introduce en el sistema de dirección. Como se trata de un circuito de regulación cerrado, la resta del par de amortiguación M_{amort} respecto al par deseado de motor M_{mot} genera un dato de par deseado M_{des} correspondientemente reducido, que debe ser compensado por un par manual M_{manual} aumentado.

El mismo principio de la compensación de un par deseado reducido mediante un aumento del par manual es válido también para los diagramas de bloques representados en las figuras 5 y 6, en los cuales están representados sistemas de dirección en otras realizaciones. Conforme a la figura 5, en una función 15 se determina un valor máximo $M_{\text{mot,max}}$ del par deseado de motor en función de la velocidad angular de dirección $\dot{\delta}_L$, en que el valor máximo $M_{\text{mot,max}}$ es suministrado a un limitador 14, al que se aporta como magnitud de entrada adicional el par deseado de motor M_{mot} generado en el regulador 11 a partir del par manual M_{manual} . Este par deseado de motor M_{mot} es limitado al valor máximo $M_{\text{mot,max}}$ en el limitador 14 y es suministrado como dato de par deseado M_{des} en los siguientes pasos de la secuencia al regulador de motor 13, en el que se genera la tensión eléctrica para actuador U_{act} , que es suministrada al servomotor 9 como magnitud de entrada para la generación del servopar de motor M_{servo} .

En el ejemplo de realización según la figura 6 se multiplica ya el valor de cálculo del par manual M_{manual} en un multiplicador 16 por un factor de limitación UF, que ordinariamente es menor que 1. Este factor de limitación UF es determinado en una función 17 dependiendo de la velocidad angular de dirección $\dot{\delta}_L$. Esta limitación por cálculo es suministrada a continuación como par manual evaluado M_{manual}^* a un bloque 18, en el que está almacenada una curva característica del dato de par deseado M_{des} en función del par manual M_{manual} . Como el punto de trabajo permanece también igual a pesar de la reducción, llevada a cabo artificialmente, del par manual M_{manual} , debe aumentarse el par de dirección manual M_{manual} real para la conservación del punto de trabajo, con el fin de alcanzar el mismo dato de par deseado M_{des} . En la evolución siguiente, el dato de par deseado M_{des} es suministrado al regulador de motor 13 para la generación de la tensión eléctrica para actuador U_{act} , que sirve como magnitud de entrada para el servomotor 9 de cara a la generación del servopar de motor M_{servo} .

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de operación de un sistema de dirección en un vehículo automóvil, en que el procedimiento tiene los siguientes pasos de procedimiento,

- un servopar de motor (M_{servo}) es generado en el sistema de dirección para el apoyo a la dirección, en que un dato de par deseado (M_{des}) es suministrado a un servomotor (9),
- el conductor proporciona a través del volante un par de dirección manual (M_{manual}) en el sistema de dirección y en función de una magnitud de estado del vehículo o de operación del vehículo ($\delta_{L,\text{limit}}$) es aumentada la resistencia frente a modificaciones de ángulo de dirección ($\Delta\delta_L$) de cara al incremento del par de dirección manual (M_{manual}) a aplicar por el conductor,
- como magnitud de estado o de operación del vehículo se tiene en cuenta una velocidad angular límite de dirección ($\delta_{L,\text{limit}}$), en que la resistencia frente a modificaciones de ángulo de dirección ($\Delta\delta_L$) es aumentada, cuando es superada la velocidad angular límite de dirección ($\delta_{L,\text{limit}}$), y en que

la velocidad angular límite de dirección ($\delta_{L,\text{limit}}$) puede representarse en función del ángulo de dirección (δ_L), y la resistencia frente a modificaciones del ángulo de dirección ($\Delta\delta_L$) sólo es aumentada hasta una velocidad límite del vehículo (v_{limit}) que aparece al aparcar y en un intervalo central del ángulo de dirección δ_L .

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la resistencia frente a modificaciones del ángulo de dirección ($\Delta\delta_L$) es aumentada mediante el recurso de que el dato de par deseado (M_{des}) a suministrar al servomotor (9) es limitado o reducido, o porque el servopar de motor (M_{servo}) para el apoyo a la dirección es reducido en el sistema de dirección, mediante el recurso de que el par deseado de motor (M_{des}) es limitado a un valor máximo ($M_{\text{mot,max}}$).

3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque la limitación del par deseado de motor ($M_{\text{mot,des}}$) a un valor máximo ($M_{\text{mot,max}}$) se produce en función de la velocidad angular de dirección (δ_L).

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 hasta 3, **caracterizado** porque la resistencia frente a modificaciones del ángulo de dirección ($\Delta\delta_L$) sólo es aumentada por debajo de una velocidad límite del vehículo (v_{limit}) de 20 km/h.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 hasta 4, **caracterizado** porque la resistencia frente a modificaciones del ángulo de dirección ($\Delta\delta_L$) está realizada como una función de amortiguación dependiente de la velocidad angular de dirección (δ_L), de tal modo que a la modificación del ángulo de dirección ($\Delta\delta_L$) se opone un par de amortiguación (M_{amort}) dependiente de la velocidad angular de dirección.

6. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado** porque el dato de par deseado (M_{des}) a suministrar al servomotor (9) es calculado a partir de la diferencia entre un par deseado de motor ($M_{\text{mot,des}}$) calculado en un regulador y el par de amortiguación (M_{amort}) dependiente de la velocidad angular de dirección:

$$M_{\text{des}} = M_{\text{mot,des}} - M_{\text{amort}}.$$

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 hasta 6, **caracterizado** porque la resistencia frente a modificaciones del ángulo de dirección ($\Delta\delta_L$) es aumentada mediante el recurso de que el servopar de motor (M_{servo}) para el apoyo a la dirección es reducido en el sistema de dirección, mediante el recurso de que el valor del par manual (M_{manual}) es limitado por aplicación de un factor de limitación (UF).

8. Sistema de dirección con medios para llevar a cabo el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 hasta 7, con al menos una rueda direccional de vehículo (8), un varillaje de dirección (7), un servomotor (9) y una unidad de regulación o control.

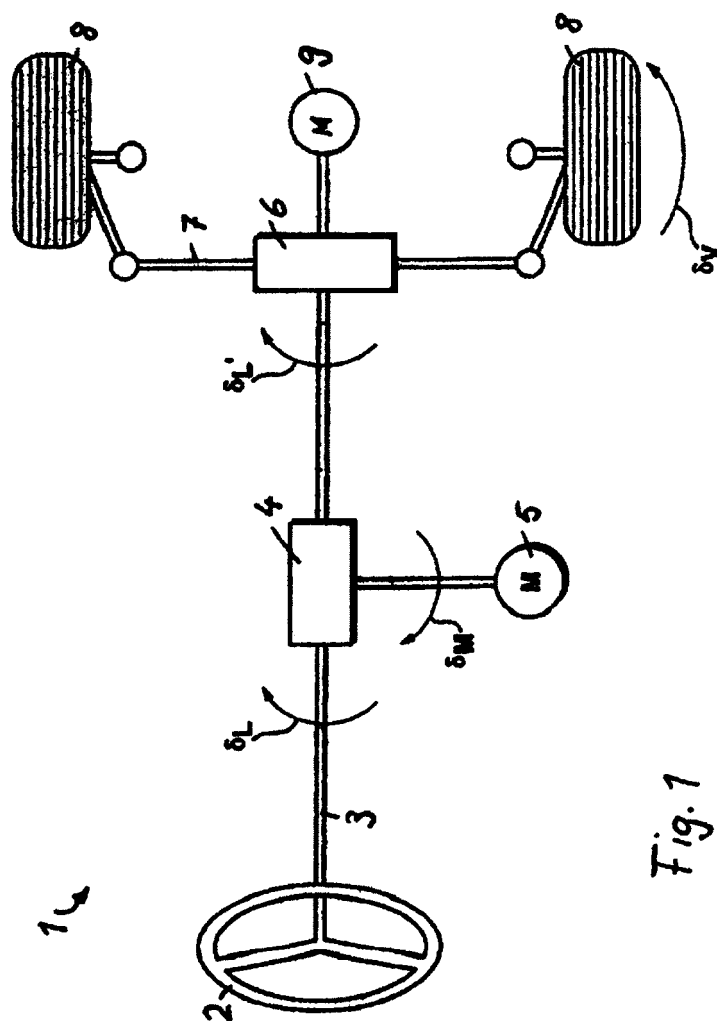


Fig. 1

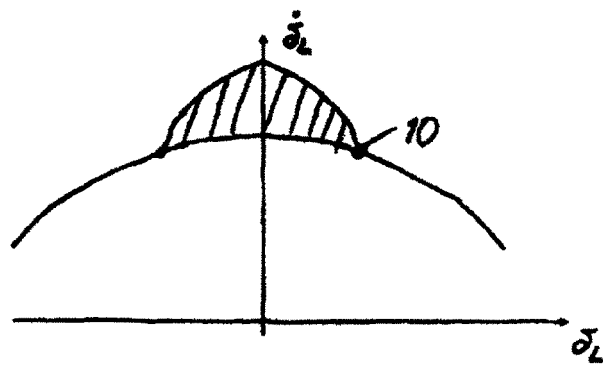


Fig. 2

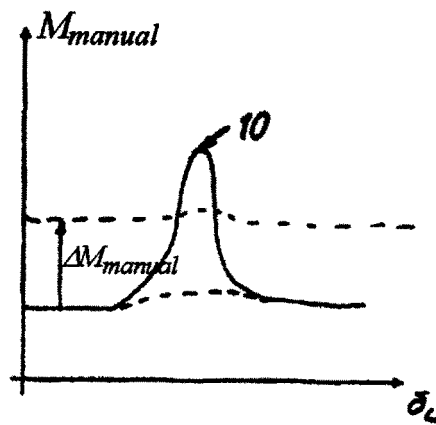


Fig. 3

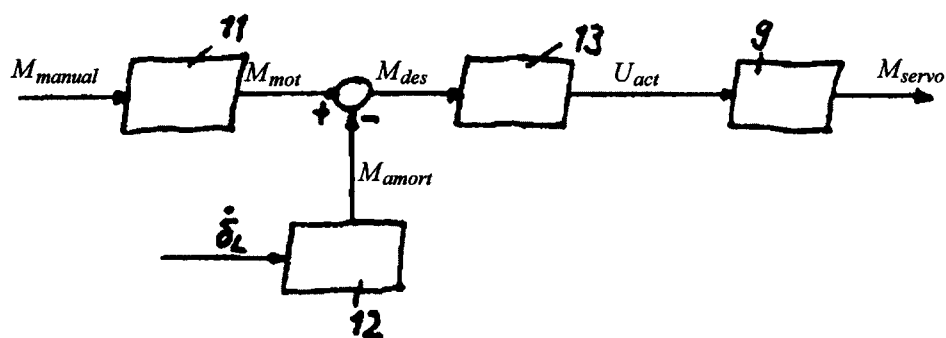


Fig. 4

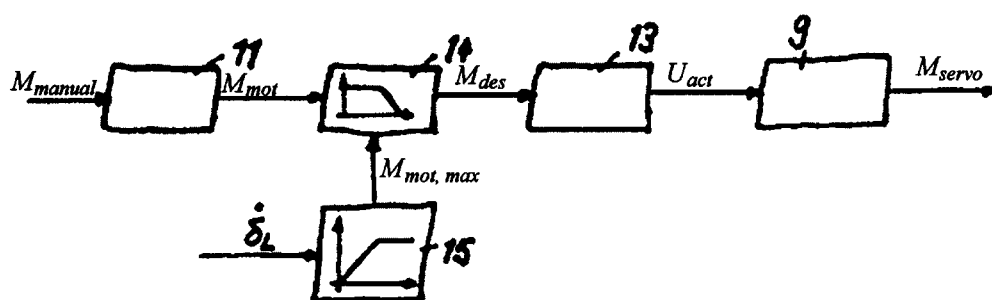


Fig. 5

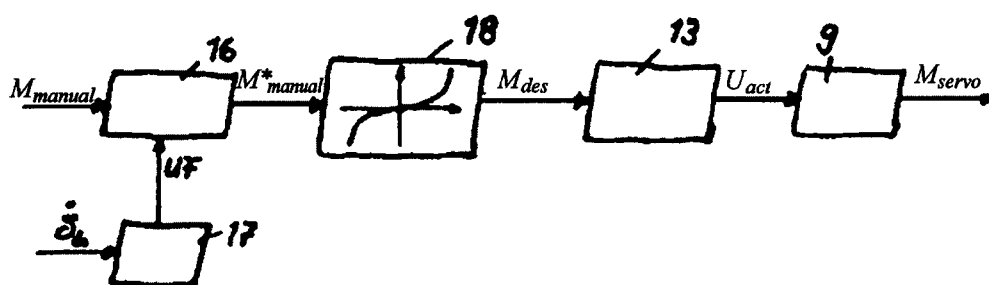


Fig. 6