

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 549 487**

51 Int. Cl.:

B62D 5/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.09.2010 E 10762868 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.08.2015 EP 2483131**

54 Título: **Procedimiento de regulación para direcciones asistidas**

30 Prioridad:

02.10.2009 DE 102009048091

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

28.10.2015

73 Titular/es:

THYSSENKRUPP PRESTA AG (50.0%)

9492 Eschen, LI y

BAYERISCHE MOTOREN WERKE

AKTIENGESELLSCHAFT (50.0%)

72 Inventor/es:

STERNECKER, BERND;

DANNOEHL, CAROLINE;

LOHNINGER, ROLAND;

SZEPESSY, IMRE y

VARGA, ADAM

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 549 487 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 de regulación para direcciones asistidas

La presente invención se refiere a un procedimiento de regulación para un sistema de dirección con asistencia de fuerza auxiliar eléctrica con las características del preámbulo de la reivindicación 1.

5 Las direcciones de automóviles con servoasistencia eléctrica presentan en general una columna de dirección que está conectada mediante un engranaje de dirección a las ruedas dirigidas del automóvil. Las columna de dirección contiene un sensor de momento de torsión para el momento de torsión que el conductor introduce en la dirección. Además está previsto un servomotor eléctrico que mediante un engranaje reductor acciona el engranaje de dirección y asiste al conductor en la operación de dirección. Una regulación es necesaria para que el servomotor genere exactamente la fuerza de asistencia que es necesaria para alcanzar una característica de dirección determinada. Por ejemplo, en el caso de velocidades bajas y altos momentos de torsión debe generarse una fuerza de asistencia alta para aliviar al conductor a la hora de aparcar, y en el caso de velocidades más altas y momentos de torsión reducidos debe generarse una fuerza de asistencia reducida para que el conductor reciba una sensación de dirección directa. Un aspecto muy importante consiste en que las funciones erróneas del sensor, del sistema de control y del motor eléctrico no llevan a que el motor eléctrico realice operaciones de dirección no deseadas e inesperadas.

El objetivo general para regulaciones consiste por tanto en crear una función segura frente interferencias de la dirección asistida eléctrica. El documento de patente alemana DE 100 636 05 B4 prevé que un motor eléctrico se controle mediante un controlador. Adicionalmente está previsto un dispositivo de limitación de controlador para limitar el accionamiento del motor eléctrico. El dispositivo de limitación de controlador desconecta completamente el controlador de motor en el caso de un error detectado. Esto corresponde en el funcionamiento de la marcha a una pérdida completa y repentina de la servoasistencia. Esto puede resultar irritante para un conductor.

El documento de divulgación alemán DE 198 21 220 A1 prevé limitar la corriente de motor con un valor límite superior. De esta manera deben impedirse sobreoscilaciones de la fuerza de asistencia. Este límite se determina basándose en la fuerza contraelectromotriz. Con ello sin embargo no es posible absorber oscilaciones en el propio regulador. Las oscilaciones pueden atribuirse a diferentes causas. El conductor puede mover el volante de un lado a otro innecesariamente. La superficie de la carretera puede presentar variaciones que introducen magnitudes perturbadoras correspondientes en el sistema de regulación. Las ruedas dirigidas del automóvil pueden presentar un desequilibrio que generan a su vez interferencias periódicas. Tales oscilaciones no pueden absorberse a través de una limitación de la corriente del motor. El documento no prevé tampoco ningún límite inferior para la corriente de motor de manera que el momento de asistencia puede llegar a cero. Esto corresponde al caso anteriormente descrito de una caída completa y repentina de la servoasistencia.

Una solución similar está descrita en el documento estadounidense US 6.404.156 B1. En este, la limitación de la fuerza de asistencia se produce a través de valores límite superiores e inferiores para la corriente de motor. En la cadena del sistema de control electrónico que comprende los diferentes sensores (sensores de momento de torsión, sensor de velocidad), un amplificador con compensaciones de fase, un excitador de motor y el servomotor mismo, en la etapa del amplificador y de la compensación de fases se procesan los valores de sensor sin limitación especificada y se transmiten al excitador. El excitador limita el intervalo de valores de la señal de control para el accionamiento del motor eléctrico para evitar corrientes de motor demasiado altas o demasiado bajas y por tanto momentos de asistencia demasiado altos y demasiado bajos.

Las direcciones de acuerdo con el estado de la técnica descrito presentan las siguientes limitaciones de la dinámica de la marcha:

Las desviaciones de acuerdo con el documento DE 100 636 05 B4 y el documento DE 198 21 220 A1 limitan el intervalo de valores para la corriente de motor posible en determinadas situaciones de la marcha. Por ello se limita también la potencia del motor máxima posible y por tanto la servoasistencia máxima. En situaciones extremas, como por ejemplo maniobras de desviación o también acciones extremas impredecibles sobre las ruedas dirigidas esto puede llevar a que en el volante aparezca un momento manual más alto de lo que realmente sería necesario debido a la situación de la marcha y de la potencia técnicamente disponible del servomotor. Las direcciones no aprovechan por lo tanto en algunas situaciones todo el intervalo de la dinámica de la servo unidad.

Acorde con un ejemplo de realización adicional de la dirección de acuerdo con el documento US 6,404,156 B1 la señal de sensor que se emite por el sensor de momento de torsión de la dirección al sistema de control de la dirección se limita en función de determinados parámetros. Por ello se pierden informaciones sobre valores extremos del sensor de momento de torsión que pueden aparecer, por ejemplo, cuando el conductor con un momento manual muy alto acciona el volante (maniobra de desviación) o cuando actúan influencias externas sobre la dirección (baches, contacto con bordillo, defecto repentino de las ruedas). El sistema de control debido a la señal de sensor limitada anteriormente no puede detectar tales situaciones y por lo tanto no puede reaccionar apropiadamente a estas situaciones. Una reacción apropiada sería en los casos mencionados el aumento del

momento de asistencia hasta el valor máximo técnicamente posible para mantener el momento manual en el volante en límites especificados. Esto no es posible en el caso de una limitación de la señal de sensor por el sistema de control. Por lo tanto esta dirección tampoco aprovecha el intervalo de dinámica totalmente técnicamente disponible del servoaccionamiento.

- 5 Por el documento genérico DE 11 2005 000 670 T5 se conoce una dirección asistida eléctrica con una regulación en la que una unidad de limitación limita la subida del momento de torsión auxiliar teórico a un valor límite de momento de torsión auxiliar de destino. No se dan a conocer precauciones especiales para la estabilización de la regulación en este documento.

- 10 El documento DE 100 35 356 A1 divulga un procedimiento de regulación para un sistema de dirección con asistencia de fuerza auxiliar eléctrica que comprende un volante que puede controlarse por un conductor, un motor de fuerza auxiliar eléctrico, una unidad de control eléctrica que contiene una memoria para almacenar datos digitales, un controlador de motor que sobre la base de un momento de torsión de motor teórico que se transmitió al controlador de motor determina señales eléctricas para excitar el motor de fuerza auxiliar y las emite a este, al menos un dispositivo de sensor para determinar una magnitud de control introducida en el volante, por ejemplo de un momento de torsión manual, determinándose en la unidad de control con ayuda de la magnitud de control un valor predeterminado para un momento de torsión de motor del motor de fuerza auxiliar, caracterizado porque está previsto un miembro de limitación en el que está almacenado un valor límite superior para el momento de torsión de motor teórico y para un caso A en el que el valor predeterminado supera el valor límite superior el miembro de delimitación emite el valor límite superior como momento de torsión de motor teórico al controlador de motor, y para el caso B en el que el valor predeterminado no supera el valor límite superior, el miembro de limitación emite el valor predeterminado como momento de torsión de motor teórico al controlador de motor.

- 15 Por lo tanto el objetivo de la presente invención es facilitar un procedimiento de regulación para una dirección asistida eléctrica que contiene también en situaciones de dirección críticas la estabilidad de la marcha y aumente la tolerancia a fallos. En particular ha de crearse una regulación para una dirección asistida eléctrica que pueda aprovechar completamente el intervalo de dinámica disponible del servoaccionamiento y su regulación es especialmente estable.

- 20 Este objetivo se resuelve por un procedimiento de regulación con las características de la reivindicación 1. En las reivindicaciones 2 a 6 están representados perfeccionamientos ventajosos de la invención.

- 25 En un procedimiento de regulación para un sistema de dirección con asistencia de fuerza auxiliar eléctrica que comprende:

- un volante que puede controlarse por un conductor,
- un motor de fuerza auxiliar eléctrico,
- una unidad de control eléctrica que contiene una memoria para almacenar datos digitales,
- 35 - una unidad de excitador de motor (controlador de motor) que basándose en un momento de torsión de motor teórico que se transmitió a la unidad de excitador de motor determina señales eléctricas para la excitación del motor de fuerza auxiliar y las emite a este,
- al menos un dispositivo de sensor para determinar una magnitud de control introducida en el volante, por ejemplo un momento de torsión manual,
- 40 - determinándose en la unidad de control con la ayuda de la magnitud de control un valor predeterminado para un momento de torsión de motor del motor de fuerza auxiliar,
- comprendiendo adicionalmente un miembro de limitación en el que está almacenado un valor límite superior para el momento de torsión de motor teórico, y
- para un caso A en el que el valor predeterminado supera el valor límite superior, el miembro de limitación emite el valor límite superior como momento de torsión de motor teórico a la unidad de excitador de motor, y
- 45 - para un caso B en el que el valor predeterminado no supera el valor límite superior, el miembro de limitación emite el valor predeterminado como momento de torsión de motor teórico a la unidad de excitador de motor, están previstos adicionalmente
- un miembro de amortiguación y un miembro de estabilización que generan señales de amortiguación y de estabilización, emitiéndose la suma de las señales de salida del miembro de limitación, del miembro de amortiguación y del miembro de estabilización como momento de torsión de motor teórico al controlador de motor.

De esa manera se consigue que tanto la señal de sensor en su intervalo de valores completo pueda evaluarse y que la unidad de excitador de motor pueda cargar el motor con su corriente de salida disponible completa y así en

situaciones extremas pueda aprovecharse la dinámica máxima disponible del sistema de dirección y se consigue que la regulación se establezca de manera especialmente eficaz.

5 El miembro de limitación está dispuesto en el trayecto de señal entre el sistema de control que determina el valor predeterminado para el momento de torsión de motor teórico y el controlador de motor. El miembro de limitación sin embargo puede estar agrupado físicamente en una unidad constructiva con el sistema de control. En este caso es irrelevante si la limitación está representada meramente con una técnica de software o meramente con una técnica de hardware o como combinación de una realización con técnica de software y técnica de hardware.

Si está adicionalmente previsto que

- 10 - en la memoria esté almacenado un valor límite inferior para el momento de torsión de motor teórico cuyo valor es menor que el valor límite superior y
- para un caso C en el que el valor predeterminado no alcance el valor límite inferior, el miembro de limitación emite el valor límite inferior como momento de torsión de motor teórico a la unidad de excitador de motor y
- 15 - para un caso D en el que el valor predeterminado no alcance el valor límite inferior y no supere el valor límite superior, el miembro de delimitación emite el valor predeterminado como momento de torsión de motor teórico a la unidad de excitador de motor.

puede también evitarse que el momento de torsión de motor teórico, a causa de una información errónea, por ejemplo de los sensores, suprima la servoasistencia repentinamente y de manera inesperada para el conductor.

20 Los valores límite para el momento de torsión de motor teórico máximo y mínimo pueden configurarse de manera variable y por tanto adaptarse a los parámetros de la situación de la marcha cuando el valor límite superior y/o inferior depende de la magnitud de control introducida.

La regulación en el caso de velocidades más altas casi se acerca a un control que no realiza ninguna intervención de regulación o solamente pocas cuando en el caso de velocidades de automóvil altas la distancia entre el valor límite superior y el valor límite inferior es menor que las velocidades de automóvil bajas.

25 También puede estar prevista una función de seguridad que realice un cálculo redundante de las señales de salida del miembro de limitación, del miembro de amortiguación y del miembro de estabilización. Una función de seguridad de este tipo requiere solamente rendimiento de procesador reducido lo que es válido en particular cuando la función de seguridad no calcula completamente de manera redundante el proceso de cálculo del controlador. Puede provocar en el caso de una inconsistencia de las señales calculadas una desconexión de la amplificación de la dirección.

30 A continuación se describe con más detalle un ejemplo de realización de la presente invención mediante el dibujo. Muestran:

- la figura 1 un sistema de dirección asistido eléctricamente en una representación en perspectiva;
- la figura 2 un intervalo de valores para el momento de torsión de motor en función de la señal de sensor de momento de torsión para la dirección de acuerdo con la invención;
- 35 la figura 3 un diagrama de bloque de la dirección asistida eléctrica;
- la figura 4 una representación esquemática del sistema de dirección en conjunto con volante, sensor de momento de torsión, aparato de control, excitador de motor, motor y engranaje de dirección con las ruedas dirigidas;
- 40 la figura 5 el desarrollo de programa del sistema de control de la dirección asistida eléctrica en un diagrama de flujo;
- la figura 6 el intervalo de valores permitido de la señal de petición de momento de torsión T_{RA} en función de la señal de sensor de momento de torsión T_{TS} ,
- la figura 7 una representación más exacta de la amortiguación de la figura 3 y 5, así como
- la figura 8 una representación más exacta de la estabilización de la figura 3 y 5.

45 En la figura 1 se representa una dirección asistida de automóvil con un engranaje de dirección 1 en el que está dispuesta de manera desplazable una cremallera en dirección longitudinal del engranaje de dirección 1. La cremallera soporta dos barras de acoplamiento 2 que están unidas mediante articulaciones esféricas con la cremallera. Las articulaciones esféricas están dispuestas encapsuladas en fuelles 3 frente a las influencias medioambientales. Las barras de acoplamiento 2 están unidas a su vez con muñones del eje de las ruedas articuladas. Un traslado de la cremallera en el engranaje de dirección 1 lleva por tanto de manera conocida a una

50

basculación de las ruedas dirigidas y por tanto a una operación de dirección del automóvil.

5 A través de un árbol de dirección 4 se introduce un momento de torsión en la dirección. Un sensor de momento de torsión 5 registra el momento de torsión introducido en el árbol de dirección 4. Para la servoasistencia de la operación de dirección y por tanto para reducir el momento manual que va a aplicarse por el conductor un servoaccionamiento está integrado en el engranaje de dirección 1. El servoaccionamiento comprende una carcasa de motor 6, una carcasa de engranaje 7 y un sistema de control 8. El motor y el engranaje no pueden distinguirse en esta representación.

10 En la marcha el conductor accionará un volante 9 de manera conocida per se que provoca a través del árbol de dirección 4 y un piñón un traslado de la cremallera en el engranaje de dirección 1. El momento de torsión registrado en el sensor de momento de torsión 5 se vigila y para simplificar la operación de dirección el servomotor se carga mediante el sistema de control 8 con corriente para asistir el movimiento de dirección del conductor.

15 Las posibilidades de controlar y regular la dirección asistida son variadas Así el sistema de control 8 puede provocar de la manera más sencilla una servoasistencia mediante el servomotor en el que el momento de asistencia de motor solicitado es sencillamente proporcional al momento de sensor averiguado. Sin embargo, en la práctica, las direcciones asistidas se controlan en muchos casos a través de diagramas características que están almacenados en forma de una tabla de valores o mediante el almacenamiento de funciones analíticas en una memoria. Un intervalo de valores para el resultado de una regulación de este tipo está representado en la figura 2.

20 La figura 2 muestra en un sistema de coordenadas en la horizontal valores posibles para una señal de momento de torsión T_{TS} , que emite el sensor de momento de torsión 5 en función del momento de torsión introducido en el volante 9. En el eje vertical está representado un posible momento de torsión de motor T_{MOT} que se solicita por parte del excitador de motor a causa de la señal de momento de torsión T_{TS} . Una línea característica 11 superior y una línea característica 12 inferior delimitan la señal T_{MOT} hacia arriba y hacia abajo. Las zonas sombreadas por encima de la línea característica 11 y por debajo de la línea característica 12 son zonas prohibidas que el momento de torsión de motor T_{MOT} no debe alcanzar. Desde la línea característica 11 se determina de manera correspondiente el valor máximo max respectivo que puede transmitirse para el valor transmitido al sistema de control de motor para la señal de petición de momento de torsión T_{RA} . Desde la línea característica 12 se determina de manera correspondiente el valor mínimo respectivo que puede transmitirse para el valor transmitido al sistema de control de motor para la señal de petición de momento de torsión T_{RA} . El intervalo entre las líneas características 11 y 12 es el intervalo de valores permitido en el que puede encontrarse la señal de motor T_{MOT} . En el caso de una señal de momento de torsión T_{TS} dada la señal de motor T_{MOT} puede adoptar diferentes valores. Estos valores pueden ser dependientes de la velocidad del automóvil V .

35 La figura 3 muestra un diagrama de bloques de una dirección asistida de acuerdo con la invención. En el diagrama de bloques como señales de entrada están previstas la velocidad del vehículo V y la señal T_{TS} del sensor de momento de torsión 5 que se alimentan a un controlador 20. Otras señales de salida pueden alimentarse en 21. El controlador 20 calcula a partir de los valores de entrada una señal para el momento de torsión de motor T_{RM} solicitado. La señal de momento de torsión T_{TS} está disponible para el controlador en toda su extensión y por lo tanto puede evaluarse completamente. El controlador 20 genera igualmente una señal T_{RM} que comprende el intervalo de valores completo posible, es decir presenta un rango dinámico máximo posible.

40 Un miembro de limitación 22 contiene como señal de entrada la velocidad de automóvil V_0 y el momento de torsión de motor solicitado T_{RM} . El miembro de limitación 22 calcula de ahí mediante una tabla o mediante funciones analíticas un valor máximo y un valor mínimo que puede adoptar el momento de torsión de motor en el caso de los valores de parámetro predeterminados. Con referencia a la figura 2 el miembro de limitación 22 se ocupa de que el valor de momento de torsión solicitado no llegue a las zonas sombreadas, prohibidas del diagrama de la figura 2.

45 La señal limitada de esta manera por el miembro de limitación 22 se añade a las señales descritas más adelante con más detalle en relación con las figuras 7 y 8 de un miembro de amortiguación 23 y de un miembro de estabilización 24. Las funciones del miembro de amortiguación 23 y del miembro de estabilización 24 (este último se llama también "parte D") se conocen por los sistemas de dirección asistida eléctricos regulados electrónicamente. La suma produce entonces una señal predeterminada T_{RA} para el momento de asistencia realmente solicitado. Solamente la suma de las señales de los miembros 22, 23 y 24 presenta la estabilidad deseada. La señal T_{RA} se transmite a un controlador de motor 25 que carga finalmente un servomotor 26 con corriente.

50 Las señales generadas se transmiten a una función de seguridad 27 que puede provocar una desconexión de la dirección asistida cuando un cálculo redundante de los miembros 22, 23 y 24 comprueba un error en el aparato de control. En este caso está previsto que la función de seguridad 27 no calcule de modo redundante la operación de cálculo compleja del controlador 20 sino solamente repase el cálculo de los miembros 22, 23 y 24.

55 Para alcanzar el gran rango dinámico pretendido de la dirección asistida es importante en este caso que la señal T_{TS} y la señal de salida del controlador de motor 25 puedan cubrir todo el intervalo de dinámica disponible de manera que todo el ancho de banda de la señal T_{TS} registrado por el sensor de momento de torsión pueda evaluarse. Además el controlador de motor cuyo intervalo de valores de salida no está limitado puede llamar a la potencia de

asistencia máxima posible del servomotor 26. La limitación en función de la velocidad o en función de otros parámetros del momento de asistencia solicitado T_{RA} tiene lugar en el miembro de limitación 22.

La figura 4 muestra el trayecto de regulación de la dirección asistida de acuerdo con la invención en una representación esquemática.

5 El volante 9 está conectado a través del árbol 4 con el sensor de momento de torsión 5. La señal de momento de torsión T_{TS} entra en la unidad representada en este caso como grupo constructivo integrado que comprende el controlador 20 y el miembro de limitación 22. Además la velocidad de vehículo V se alimenta a la unidad 20, 22. Otras señales 21, como se describió anteriormente, son consideradas por el sistema de control.

10 La unidad 20, 22 se transmite en función de las magnitudes de entrada de la señal de solicitud de momento de torsión T_{RA} al controlador de motor o excitador de motor 25 que a su vez carga con corriente el servomotor 26. El servomotor 26 acciona la cremallera a través de un engranaje y por tanto las ruedas dirigidas del automóvil. La trayectoria de marcha actúa a través de las ruedas dirigidas de vuelta al árbol de dirección 4. En el sensor de momento de torsión 5 no solamente se originan señales de momento de torsión a causa de un accionamiento del volante 9 sino también a causa de una retroactividad de la trayectoria de la marcha a través de las ruedas hacia el árbol de dirección 4. Especialmente pueden aparecer también momentos de torsión en el sensor de momento de torsión 5 si el volante 9 no se acciona o incluso se suelta por parte del conductor.

15 En un perfeccionamiento especialmente ventajoso la regulación se realiza con un algoritmo de regulación LQG tal como se describió en la conferencia "Optimale Regelung einer elektromechanischen Servolenkung" (regulación óptima de una dirección asistida electromecánica) en la 5ª jornada VDI mechatronik en Fulda (7 y 8 de mayo de 2003) por Hermann Heinrichfreise, Jürgen Jusseit und Harwin Niessen.

20 En la figura 5 se ilustra el desarrollo de procedimiento en la dirección asistida de acuerdo con la invención que se realiza para calcular el control manual del servomotor 26.

25 Las señales de entrada T_{TS} y V se evalúan en un controlador y se calcula de ahí de manera conocida un momento de torsión de motor solicitado que se emite como señal T_{RM} . El aparato de control 20 es conocido por el estado de la técnica. Puede funcionar por ejemplo según el principio del aparato de control que se describe en el documento de patente europea EP 1 373 051 B1. Este aparato de control funciona como un denominado observador que calcula diferentes magnitudes de salida y datos empleados internamente a partir de magnitudes de entrada. En el aparato de control conocido que puede corresponder al aparato de control 20 está almacenado un modelo matemático de la dirección que contiene las diferentes dependencias de los valores de medición y de los valores de estado no medidos entre sí. Sin embargo puede estar previsto también realizar el aparato de control 20 como un aparato de control relativamente sencillo en forma de un regulador PID o similar.

30 La señal de momento de torsión de motor T_{RM} se transmite entonces a los componentes ya conocidos, concretamente a la parte de amortiguación 23 y a la parte de estabilización 24. De manera paralela el miembro de limitación 22 recibe también esta señal. La señal de entrada adicional, la velocidad de automóvil V va asimismo al miembro de limitación 22 que está representado en este caso línea discontinua.

35 En el miembro de limitación 22 se calculan ahora en una etapa de cálculo 30 a partir de una tabla o mediante funciones analíticas los valores permitidos (valor superior max y valor inferior min) de la señal de petición de par de torsión de motor T_{RM} . La señal T_{RM} emitida realmente por el aparato de control 20 se compara entonces en una primera etapa 31 con el límite superior max. Si T_{RM} es mayor que max entonces se establece $T'_{RM} = \text{max}$. Si T_{RM} es menor que el valor límite max entonces $T'_{RM} = T_{RM}$ permanece invariable. Esto se ilustra en las etapas de cálculo 32 y 33. La señal delimitada de esta manera hacia arriba se transmite a la etapa 34 en la que la señal T_{RM} se compara con el valor inferior. Si T_{RM} es menor que el límite inferior min entonces T'_{RM} se sustituye por min. Esto se realiza en la etapa 35.

Si en la etapa 34 se comprueba que T'_{RM} no es menor que min entonces se emite $T'_{RM} = T_{RM}$ invariable.

45 Como señal de emisión del miembro de limitación 22 se genera una señal que o bien representa la señal invariable $T^*_{RM} = T_{RM}$ cuando se comprueba concretamente en las etapas 31 y 34 que T_{RM} es menor que max y mayor que min. Si en las etapas 31 o 34 se superan los límites hacia arriba o hacia abajo entonces el valor límite correspondiente se emite como salida del miembro de limitación 22.

50 Esta señal de salida se da a un sumador 37 que recibe adicionalmente los valores de salida del miembro de amortiguación 23 y del miembro de estabilización 24. Los últimos pueden presentar signos positivos o negativos y se suman en el sumador 37 a una señal de petición de momento de torsión T_{RA} . La señal T_{RA} se emite entonces al controlador de motor 25, que determina de manera correspondiente el servomotor 26.

55 Debe destacarse que la señal de salida $T^*_{RM} = T_{RM}$ del aparato de control 20 permanece invariable mediante el miembro de limitación 22 siempre que los valores límite max y min calculados en la etapa 30 no se superen. Con ello toda la dinámica posible está disponible para el trayecto de señal T_{TS} a T_{RA} .

5 La delimitación que se realiza en las etapas 33 y 35 evalúa todo el volumen de información del sensor de momento de torsión T_{TS} y los otros datos de entrada del aparato de control 20. También en el caso de la limitación la señal de petición de momento de torsión T_{RA} emitida al controlador de motor 25 mediante los componentes de amortiguación-estabilización añadidos puede llegar a ser mayor o menor que los límites superiores max y min del miembro de limitación 22, de manera que el controlador de motor 25, y por consiguiente el servomotor 26, pueden desarrollar una dinámica más elevada de lo que estaría previsto solo desde el miembro de limitación 22.

La figura 7 muestra un diagrama de bloques del miembro de amortiguación 23. Se representa que la amortiguación fundamentalmente evalúa la desviación temporal de la posición de rotor del servomotor 26 y de ahí genera la señal de amortiguación. Como parámetros adicionales entran la velocidad de automóvil y el momento manual.

10 La figura 8 muestra un diagrama de bloques del miembro de estabilización 24. Aquí se representa que la estabilización fundamentalmente evalúa la desviación temporal del momento manual y de ahí genera la señal de estabilización. Como parámetros adicionales entran también en este caso la velocidad de automóvil y el momento manual.

Lista de signos de referencia

- 15 1. engranaje de dirección
- 2. varilla de acoplamiento
- 3. fuelle
- 4. árbol de dirección
- 5. sensor de momento de torsión
- 20 6. carcasa de motor
- 7. carcasa de engranaje
- 8. sistema de control
- 9. volante
- 11. línea característica superior
- 25 12. línea característica inferior
- 20. controlador
- 21. señal
- 22. miembro de limitación
- 23. miembro de amortiguación
- 30 24. miembro de estabilización
- 25. controlador de motor
- 26. servomotor
- 27. función de seguridad
- 30. etapa de cálculo
- 35 31. etapa de cálculo
- 32. etapa de cálculo
- 33. etapa de cálculo
- 34. etapa de cálculo
- 35. etapa de cálculo

40

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de regulación para un sistema de dirección con asistencia de fuerza auxiliar eléctrica que comprende:

- 5 - un volante (9) que puede controlarse por un conductor,
- un motor de fuerza auxiliar (26) eléctrico,
- una unidad de control (20) eléctrica que contiene una memoria para almacenar datos digitales,
- un controlador de motor (25) que basándose en un momento de torsión de motor teórico (T_{RA}) que se transmitió al controlador de motor (25) determina señales eléctricas para la excitación del motor de fuerza auxiliar (26) y las emite a este,
- 10 - al menos un dispositivo de sensor (5) para determinar una magnitud de control (T_{TS}) introducida en el volante (9), por ejemplo un momento de torsión manual,
- determinándose en la unidad de control (20) con la ayuda de la magnitud de control (T_{TS}) un valor predeterminado (T_{RM}) para un momento de torsión de motor del motor de fuerza auxiliar (26),
- un miembro de limitación (22) en el que está almacenado un valor límite superior (max) para el momento de torsión de motor teórico (T_{RA}), y
- 15 - para un caso A en el que el valor predeterminado (T_{RM}) supera el valor límite superior (max), el miembro de limitación (22) emite el valor límite superior (max) como momento de torsión de motor teórico (T_{RA}) al controlador de motor (25), y
- para un caso B en el que el valor predeterminado (T_{RM}) no supera el valor límite superior (max), el miembro de limitación (22) emite el valor predeterminado como momento de torsión de motor teórico al controlador de motor (25),
- 20 - **caracterizado porque** están previstos un miembro de amortiguación (23) y un miembro de estabilización (24) que generan señales de amortiguación y de estabilización, emitiéndose la suma de las señales de salida del miembro de limitación (22), del miembro de amortiguación (23) y del miembro de estabilización (24) como momento de torsión de motor teórico (T_{RA}) al controlador de motor (25).
- 25

2. Procedimiento de regulación de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque**

- en el miembro de limitación (22) está almacenado un valor límite inferior (min) para el momento de torsión de motor teórico (T_{RA}) cuyo valor es menor que el valor límite superior (max) y
- 30 - para un caso C en el que el valor predeterminado (T_{RM}) no alcanza el valor límite inferior (min), el miembro de limitación (22) emite el valor límite inferior (min) como momento de torsión de motor teórico (T_{RA}) al controlador de motor (25) y
- para un caso D en el que el valor predeterminado (T_{RM}) no alcanza el valor límite inferior (min) y no supera el valor límite superior (max), el miembro de delimitación (22) emite el valor predeterminado (T_{RM}) como momento de torsión de motor teórico (T_{RA}) al controlador de motor (25).

35 3. Procedimiento de regulación de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el valor límite superior (max) y/o el valor límite inferior (min) dependen de la magnitud de control (T_{TS}) introducida.

4. Procedimiento de regulación de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el valor límite superior (max) y/o el valor límite inferior (min) dependen de la velocidad de automóvil (v).

40 5. Procedimiento de regulación de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** una función de seguridad (27) efectúa un cálculo redundante de las señales de salida del miembro de limitación (22), del miembro de amortiguación (23) y del miembro de estabilización (24).

6. Procedimiento de regulación de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado porque** la función de seguridad (27) no calcula la operación de cálculo del controlador (20) completamente.

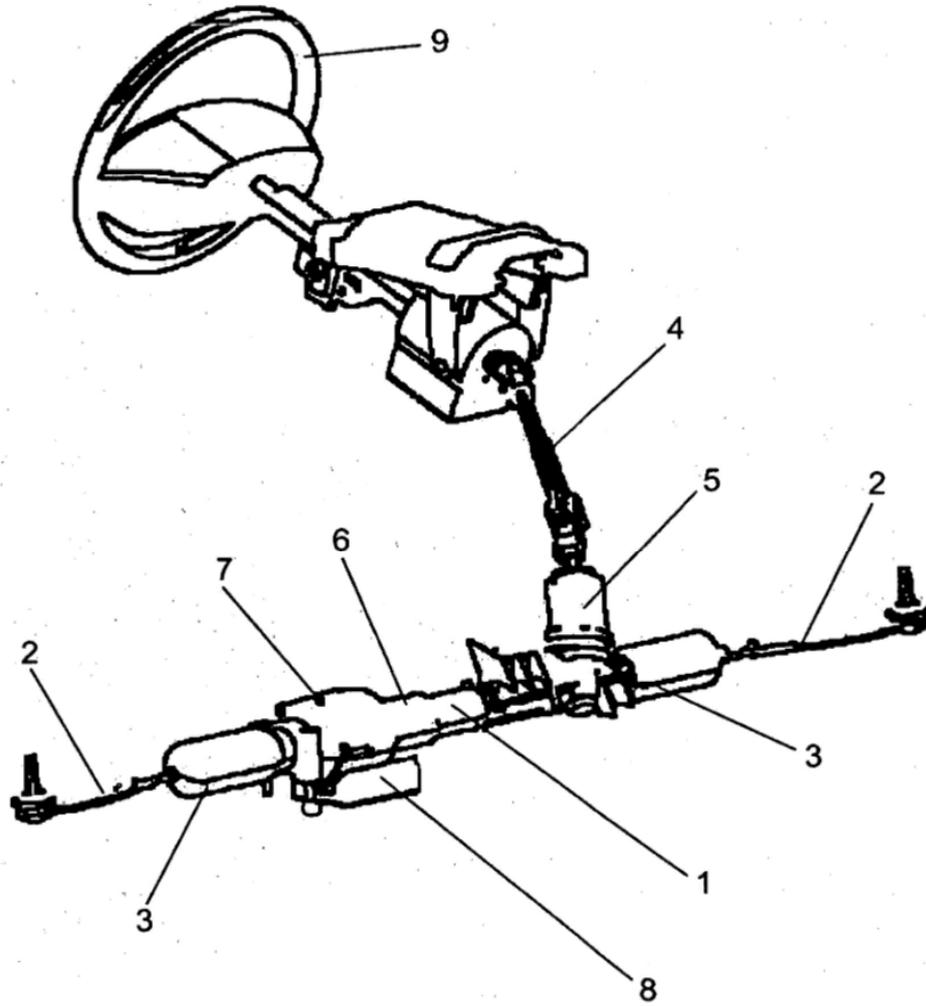


Fig. 1

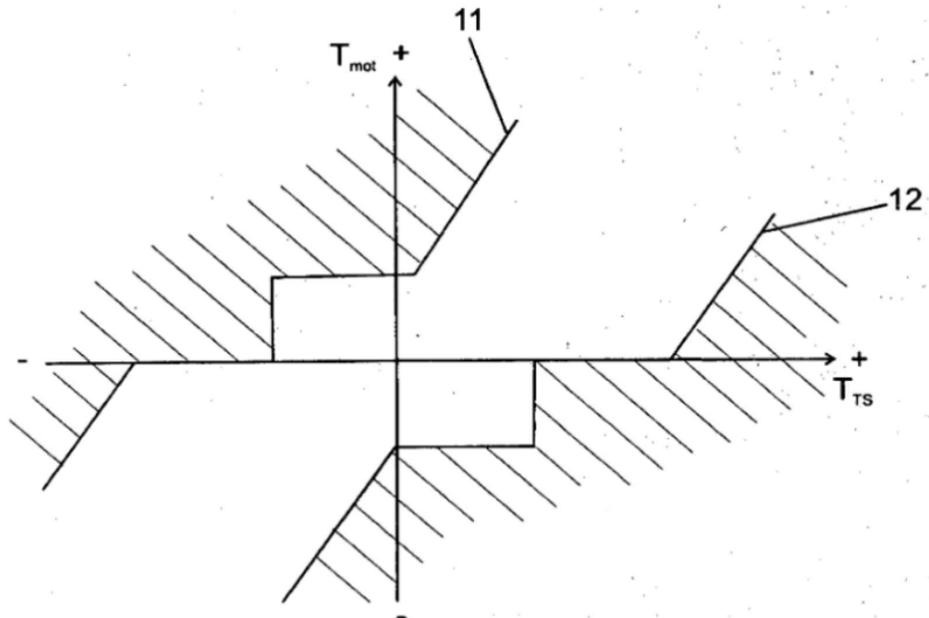


Fig. 2

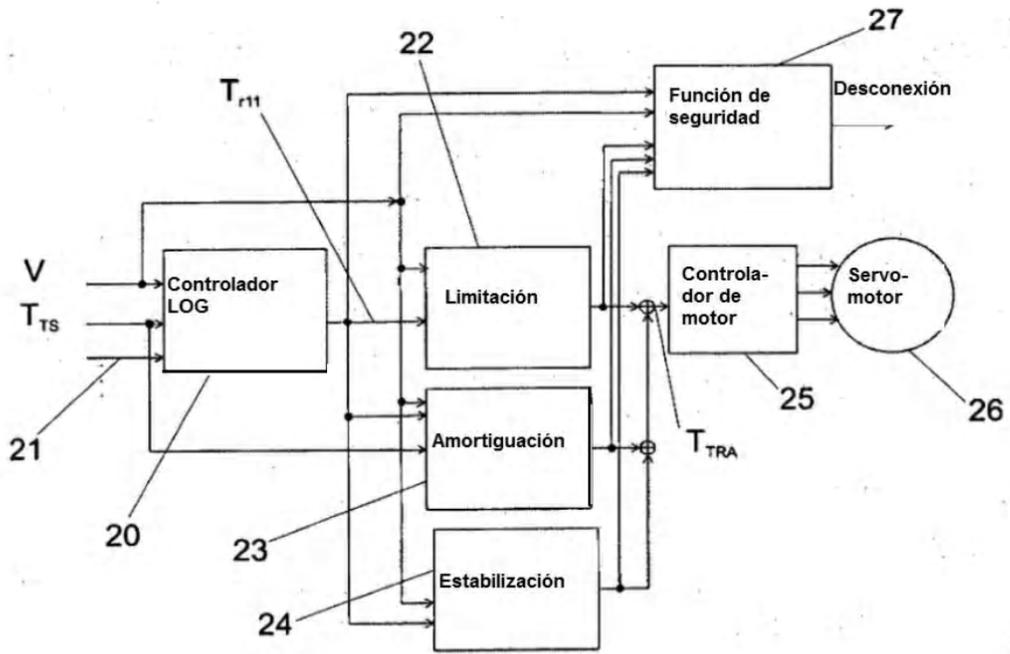


Fig. 3

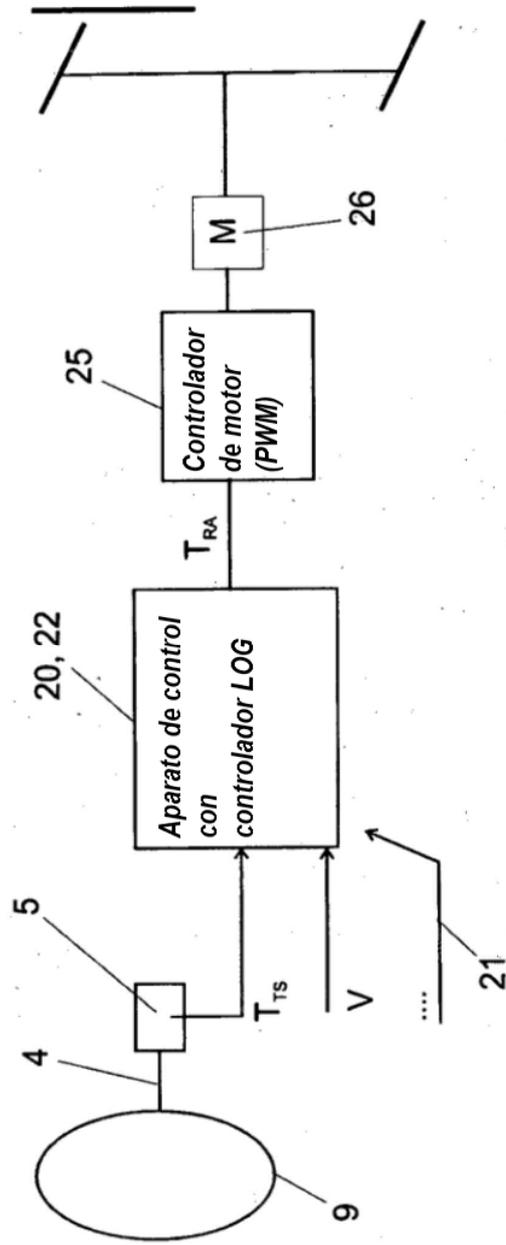


Fig. 4

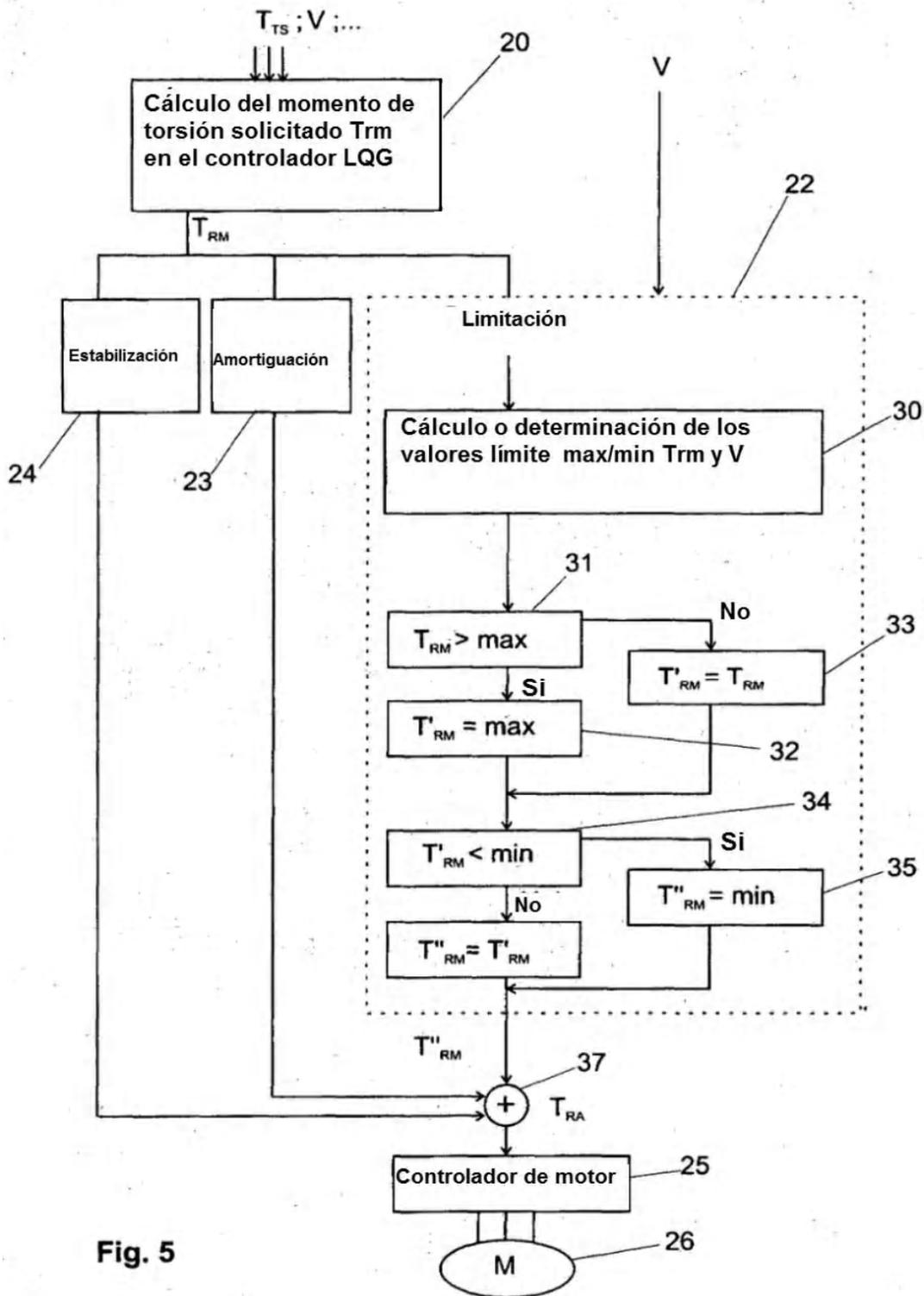


Fig. 5

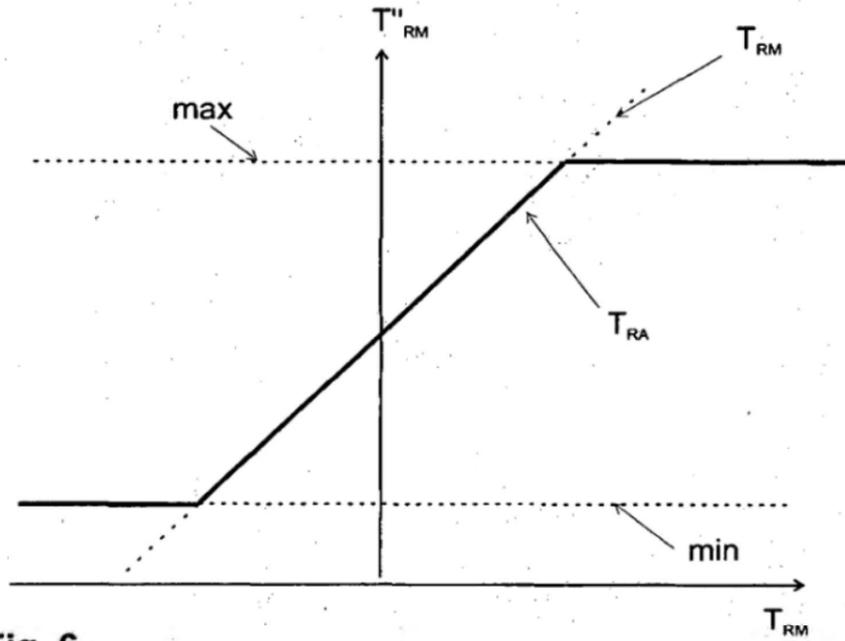


Fig. 6

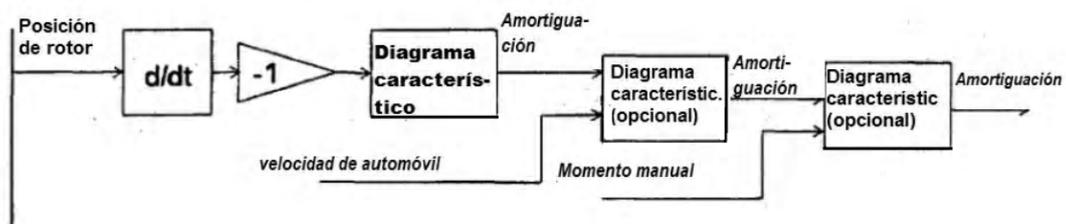


Fig. 7

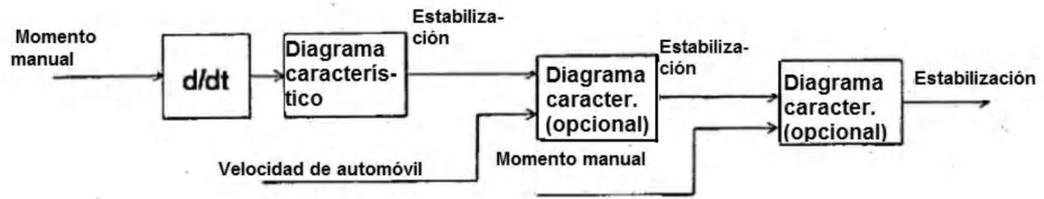


Fig. 8