

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 420 994**

51 Int. Cl.:

B62D 6/00 (2006.01)

B62D 113/00 (2006.01)

B62D 119/00 (2006.01)

B62D 121/00 (2006.01)

B62D 137/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.02.2010 E 10703857 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2013 EP 2424767**

54 Título: **Determinación de una fuerza que actúa sobre un mecanismo de dirección**

30 Prioridad:

29.04.2009 DE 102009002706

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

28.08.2013

73 Titular/es:

**ZF-LENKSYSTEME GMBH (100.0%)
Richard-Bullinger-Strasse 77
73527 Schwäbisch Gmünd, DE**

72 Inventor/es:

**GRÜNER, STEFAN y
WERNER, THOMAS**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 420 994 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

Determinación de una fuerza que actúa sobre un mecanismo de dirección.

5 La invención concierne a un procedimiento para determinar por medio de un estimador una fuerza que actúa desde fuera, a través de un varillaje de dirección, sobre un mecanismo de dirección de un dispositivo de dirección de un vehículo, estando asociado al dispositivo de dirección un motor para generar un par de dirección.

La invención concierne también a un aparato de control para controlar/regular un dispositivo de dirección de un vehículo, en donde el dispositivo de dirección comprende un varillaje de dirección, un mecanismo de dirección y un motor para generar un par de dirección, y en donde el aparato de control presenta medios para detectar un par del motor y un estimador para determinar una fuerza que actúa desde fuera sobre el mecanismo de dirección.

10 La invención concierne también a un programa informático que es apto para desarrollarse en un aparato de control destinado a controlar/regular un dispositivo de dirección.

15 En los modernos dispositivos de dirección, especialmente en una servodirección eléctrica (EPS) o en un llamado sistema de dirección por cable (SbW), se establece un nivel de fuerza que se aplica después a un medio de dirección, por ejemplo un volante, y que contrarresta la fuerza aplicada por el conductor o amplifica la fuerza aplicada por el conductor, para conferirle al conductor una sensación de marcha correspondiente a la situación de marcha actual y notificarle como retorno a través del volante, por ejemplo, informaciones sobre el estado actual de la calzada. La altura de este nivel de fuerza depende así del estado de marcha actual y especialmente de las fuerzas de guiado lateral o de las fuerzas resultantes de éste que actúan sobre la dirección a través de un varillaje de dirección, por ejemplo barras de acoplamiento.

20 Para la determinación del nivel de fuerza es conocido el recurso de determinar la fuerza de guiado lateral a partir de una aceleración transversal medida con sensores correspondientes. Es conocido también el recurso de determinar la aceleración transversal por medio de un modelo de vehículo a partir de un ángulo de dirección actual y una velocidad actual del vehículo y deducir de ello la fuerza de guiado lateral. En este caso, se tiene que generar un modelo adecuado para cada vehículo en el que deba determinarse la aceleración transversal de esta manera, pero
25 esto consume mucho tiempo y es costoso.

30 En el documento DE 101 15 018 A1 se ha descrito un procedimiento por medio del cual se puede calcular o ajustar el nivel de fuerza deseado a partir de señales internas a la dirección. A este fin, se determina primeramente un par motor para un motor eléctrico asociado a la dirección, el cual es necesario para posibilitar una acción de dirección exenta de pares. Este par motor se multiplica después por un factor que depende de una velocidad actual del vehículo y un par manual actual aplicado por un conductor. Esto da como resultado entonces el nivel de fuerza deseado.

Se conoce también por el documento DE 101 15 018 A1 el recurso de aprovechar magnitudes perturbadoras, como, por ejemplo, fuerzas de las barras de acoplamiento, para el cálculo del nivel de fuerza deseado. Es cierto que tales magnitudes perturbadoras son en principio mensurables, pero, por motivos de costes, no se utiliza una técnica de medida correspondiente en vehículos. Por esta razón, se estiman estas magnitudes perturbadoras.

35 En el documento EP 2 050 655 A2 se revela un procedimiento para estimar una fuerza que actúa desde fuera sobre un mecanismo de dirección. En este caso, se establece un par de asistencia nominal en función de un valor de sensor de par de giro, añadiéndose aditivamente una porción de compensación a efectos de estabilización con el fin de conseguir un retroaviso mejorado para el conductor.

40 El cometido de la presente invención consiste en proporcionar una posibilidad para determinar fuerzas de barras de acoplamiento o, en general, fuerzas que actúan desde fuera sobre un mecanismo de dirección a través de un varillaje de dirección. Tales fuerzas que actúan desde fuera son predominantemente las llamadas fuerzas de guiado lateral que corresponden a las llamadas fuerzas de las barras de acoplamiento. Cuando el dispositivo de dirección está configurado como una dirección de cremallera, las fuerzas de las barras de acoplamiento actúan entonces sobre la cremallera unida con las barras de acoplamiento. Las fuerzas de las barras de acoplamiento corresponden
45 así – exceptuando los efectos de fricción y/o de inercia a tener eventualmente en cuenta – a las llamadas fuerzas de la cremallera.

El problema se resuelve con un procedimiento de la clase citada al principio por el hecho de que se estima la fuerza actuante desde fuera en función de un par motor efectivo, determinándose el par motor efectivo en función de un par motor y un rendimiento y determinándose el rendimiento en función de la fuerza estimada.

50 El par motor es el par con el que el motor configurado, por ejemplo, como motor eléctrico o servomotor contribuye a genera el par de dirección. Este par motor no es alimentado ahora directamente al estimador o al observador, sino que es contabilizado con un rendimiento. Por ejemplo, se multiplica el par motor por el rendimiento. El rendimiento a su vez se establece en función de la fuerza estimada. En consecuencia, tiene lugar un reacoplamiento de la fuerza estimada debido a que esta fuerza estimada ejerce siempre influencia sobre la determinación del par motor efectivo, el cual a su vez se aprovecha para la determinación o la observación de la fuerza actuante desde fuera,
55 alimentándose el par motor efectivo al estimador como magnitud de entrada.

Por tanto, el rendimiento determinado según la invención depende de la carga. Es posible así una determinación especialmente exacta de la fuerza actuante desde fuera o de la fuerza de la cremallera. El procedimiento según la invención trabaja con especial eficiencia, ya que se puede materializar un reacoplamiento de manera sencilla y éste posibilita una determinación precisa del rendimiento.

5 Preferiblemente, se estima además la fuerza en función de un ángulo del rotor del motor. El ángulo del rotor corresponde a un ángulo de dirección actual, de modo que, en lugar del ángulo del rotor, se puede emplear también un ángulo de dirección captado de otra manera, por ejemplo por medio de un sensor de ángulo. El ángulo del rotor se alimenta al estimador como entrada adicional. Por medio del ángulo de rotor o ángulo de dirección captado se puede deducir un estado de movimiento de la dirección.

10 Ventajosamente, se forma una suma de un par de dirección actuante sobre la dirección a través del árbol de dirección y el par motor. El par motor efectivo se determina entonces en función de esta suma. Por tanto, la suma describe el par que actúa realmente por el lado del vehículo sobre el mecanismo de dirección o sobre la cremallera y al cual contrarrestan las fuerzas que actúan desde fuera. Para captar el par de dirección que actúa sobre la dirección a través del árbol de dirección puede estar montado en la barra de torsión un sensor adecuado por medio del cual se establece el par aplicado por un conductor, por ejemplo en un volante. Es especialmente ventajoso que se tengan aquí en cuenta las pérdidas que se originan, por ejemplo, a través de articulaciones o guías o cojinetes de la barra de torsión y/o en el mecanismo de dirección. En consecuencia, se puede incrementar así una vez más la exactitud de la fuerza estimada.

20 El par motor puede describir un par real en una forma de realización. En consecuencia, se determinan así las fuerzas que estaban aplicadas en el momento de la captación del par real. Es especialmente ventajoso que el par motor describa un par nominal. Por tanto, mientras se activa el motor para conseguir el par nominal, se pueden establecer ya las fuerzas que actúan entonces desde fuera con respecto a este par nominal y que pueden tenerse ya entonces en cuenta para ajustar el nivel de fuerza deseado que se debe presentar en el volante. Es posible así una presentación especialmente exenta de retardo del nivel de fuerza en el volante.

25 Preferiblemente, se establece también el par motor efectivo en función del ángulo de dirección o del ángulo actual del rotor del motor. Dado que el ángulo del rotor y, por tanto, el ángulo de dirección tienen influencia sobre la transmisión de las fuerzas actuantes desde fuera sobre la dirección, se consigue una determinación mejorada del par motor efectivo teniendo en cuenta el ángulo del rotor o el ángulo de dirección, lo que hace posible una determinación aún más precisa de las fuerzas actuantes desde fuera que se deben tener en cuenta.

30 En una forma de realización preferida se establece el rendimiento por medio de una curva característica. Esto hace posible un establecimiento especialmente rápido del rendimiento durante un funcionamiento del vehículo.

35 En otra forma de realización preferida se establece el rendimiento en función de una dirección de flujo de potencia del motor. En este caso, se diferencia si el motor se hace funcionar como generador o como motor, y se determinan entonces rendimientos diferentes que se deducen, por ejemplo, de curvas características diferentes. El motor se hace funcionar como generador cuando la dirección actúa sobre el motor debido a la fuerza actuante desde fuera. Se proporciona un funcionamiento del motor como motor cuando este motor actúa sobre la dirección y así, en último término, sobre las ruedas.

Ventajosamente, se obtiene la dirección de flujo de potencia en función del par motor y del ángulo del rotor del motor. Esto hace posible una determinación de la dirección de flujo de potencia a partir de valores ya existentes.

40 El problema se resuelve también con un aparato de control de la clase citada al principio por el hecho de que el aparato de control presenta medios para realizar el procedimiento según la invención.

45 Es de especial importancia la materialización del procedimiento según la invención en forma de un programa informático que es apto para desarrollarse en un aparato de control destinado a controlar una instalación de dirección en un vehículo y especialmente en un microprocesador del aparato de control y que está programado para ejecutar el procedimiento según la invención. Por tanto, en este caso se materializa la invención por medio del programa informático, con lo que este programa informático representa a la invención de la misma manera que el procedimiento para cuya ejecución está programado el programa informático. El programa informático está almacenado preferiblemente en un elemento de memoria. Como elemento de memoria puede utilizarse especialmente un medio de memoria óptico, eléctrico o magnético, por ejemplo un disco digital versátil (DVD), un disco duro (hard disc), una memoria de acceso aleatorio, una memoria de solo lectura o una memoria flash.

50 Dibujos

Otras características, posibilidades de aplicación y ventajas de la invención se desprenden de la descripción siguiente de ejemplos de realización de la invención, que se explican con ayuda de los dibujos. Muestran:

La figura 1, un dispositivo de dirección con un aparato de control según la invención;

La figura 2, un diagrama de bloques esquematizado para representar la estructura reacomplada con estimador y una funcionalidad para el cálculo del rendimiento; y

La figura 3, un esquema de bloques esquematizado de una funcionalidad para el cálculo del rendimiento.

5 En la figura 1 se representa un aparato de control 1 que está asociado a un dispositivo de dirección 2. En el aparato de control 1 está dispuesto un microprocesador 3 que está unido con un elemento de memoria 5 a través de una línea de datos 4, por ejemplo un sistema de bus. El aparato de control 1 está unido con un motor 7 a través de una línea de señales 6, con lo que se hace posible un control y/o regulación del motor 7 por medio del aparato de control 1. El motor 7 está configurado, por ejemplo, como un motor eléctrico y actúa sobre una barra de torsión 9 a través de un engranaje 8. En la barra de torsión 9 está dispuesto un medio de dirección 10, por ejemplo un volante, por medio del cual se puede aplicar un par de giro sobre la barra de dirección 9 maniobrando el medio de dirección 10 por parte de un conductor.

15 El dispositivo de dirección 2 presenta también un mecanismo de dirección 11 que está configurado, por ejemplo, como un mecanismo de dirección de cremallera. Sin embargo, el mecanismo de dirección 11 puede estar configurado también como un mecanismo de circulación de bolas o como un mecanismo de tuerca a bolas. En la descripción siguiente se parte predominantemente de una dirección de cremallera, comprendiendo el mecanismo de dirección un piñón 12a y una cremallera 12b. Sin embargo, la naturaleza de la dirección carece de importancia para la invención. En lugar de estar realizado como una dirección de cremallera, el dispositivo de dirección 2 representado en la figura 1 podría estar materializado, por ejemplo, como una dirección de tuerca a bolas o una dirección de una sola rueda.

20 El mecanismo de dirección 11 está unido a través del piñón 12a y la cremallera 12b, en cada lado del vehículo, con un varillaje de dirección 13 que coopera con una rueda 14.

25 El dispositivo de dirección 2 presenta también un sensor de par 15 para captar un par de dirección actuante sobre la dirección a través de un árbol de dirección. Según el ejemplo de realización representado en la figura 1, se capta para ello por medio del sensor de par 15 un par de barra de torsión tor_TB que corresponde al par de dirección anteriormente citado. El dispositivo de dirección 2 presenta también un sensor de ángulo 16 para captar un ángulo de rotor ang_RA del motor 7. El ángulo de rotor ang_RA corresponde a un ángulo de giro de la barra de torsión 9 y, por tanto, a un ángulo de dirección de las ruedas 14, ya que el motor 7 está unido con la barra de torsión 9 a través del engranaje 8 y ésta se encuentra unida con las ruedas 14 a través del mecanismo de dirección 11 y el varillaje de dirección 13.

30 Los valores captados por medio de los sensores 15 y 16 se alimentan al aparato de control 1.

35 El dispositivo de dirección representado en la figura 1 constituye una de un gran número de posibles formas de realización de dispositivos de dirección adecuados para la puesta en práctica del procedimiento según la invención. En otra forma de realización el mecanismo de dirección está configurado, por ejemplo, como un mecanismo de tuerca a bolas. Según otro ejemplo de realización, el motor 7 puede estar dispuesto también de tal manera que actúe junto con la barra de torsión 9 sobre el piñón 12a dispuesto en el mecanismo de dirección 11 o bien actúe directamente – por medio de otro piñón – sobre la cremallera 12b.

40 Según otra forma de realización, se obtiene o aprovecha para la puesta en práctica del procedimiento según la invención, en lugar del ángulo de rotor ang_RA , otra magnitud que describe una posición actual del dispositivo de dirección 2. Por ejemplo, se puede obtener el ángulo de dirección por medio de un sensor de ángulo que esté dispuesto en la barra de torsión 9. Se podría captar también una posición actual del dispositivo de dirección 2 por medio de un sensor que esté dispuesto en la cremallera 12b. En principio, se podrían determinar o aprovechar aquí un gran número de magnitudes conocidas. Sin embargo, el empleo del ángulo de rotor ang_RA tiene la ventaja de que éste se puede determinar con mucha precisión y está ya frecuentemente disponible en los modernos dispositivos de dirección.

45 En la figura 2 se representan una funcionalidad 20 para el cálculo del rendimiento y un estimador 21. La funcionalidad 20 presenta unas entradas a, b, c y una salida d. El estimador 21 presenta unas entradas e, f y una salida g.

50 El estimador 21 obtiene fuerzas F_z actuantes desde fuera sobre la dirección a partir de un ángulo de motor ang_RA y del par motor efectivo tor_RAef proporcionado por la funcionalidad 20. El estimador 21 puede estar configurado aquí, por ejemplo, como un llamado observador de perturbaciones (PO) que haga posible el cálculo de un par motor con el que pueda compensarse una magnitud perturbadora, considerándose la fuerza actuante desde fuera o la fuerza de la cremallera resultante de ella como una magnitud perturbadora que se debe compensar. Observadores de perturbaciones se encuentran descritos, por ejemplo, en "SangJoo Kwon y Wan Kyun Cheng; Perturbation Compensator based Robust Tracking Control and State Estimation of Mechanical Systems; Lectura Notes en Control and Information Sciences No. 307, 2004".

55 El estimador 21 puede estar configurado como el llamado "observador de entradas desconocidas" (UIO). Por medio de un observador de entradas desconocidas es posible la determinación de magnitudes de entrada desconocidas. A

este fin, se determina como magnitud de entrada desconocida la fuerza de la cremallera o la fuerza actuante desde fuera. Observadores de entradas desconocidas se encuentran descritos, por ejemplo, en "Pau-Lo Hsu, Yow-Choung Hong y Syh-Shiuh Yeh; Design of an Optimal Unknown Input Observer for Load Compensation in Motion Systems; en Asian Journal of Control, vol. 3, No. 3, páginas 204-215, Septiembre de 2001".

- 5 Por medio del estimador 21 es posible en principio la determinación de la fuerza de la cremallera o las fuerzas F_z actuantes desde fuera a partir de un par motor captado tor_RA . Sin embargo, los valores así estimados se desvían significativamente de los valores realmente medidos, lo que conduce a valores imprecisos y pocos fiables y, por tanto, a un nivel de fuerza poco fiable que se debe presentar en el volante.

- 10 Por este motivo, según la invención, el par motor tor_RA no se transmite directamente al estimador 21, sino que se determina por medio de la funcionalidad 20, a partir del par motor tor_RA y el par de dirección o el par de barra de torsión tor_TB , el par motor efectivo tor_RAef , teniéndose en cuenta al mismo tiempo el rendimiento. La funcionalidad 20 recibe como entradas el ángulo de rotor ang_RA – o bien otra magnitud que identifique la posición actual del dispositivo de dirección 2 – y una suma denominada tor_Sum a base del par motor tor_RA y el par de barra de torsión tor_TB . Según la forma de realización mostrada en la figura 2, el par de barra de torsión tor_TB no se suma directamente al par motor tor_RA , sino que se tienen en cuenta en un elemento 22 las pérdidas que se produzcan, por ejemplo, por fricción en cojinetes, articulaciones y similares y que reduzcan el par aplicado con ayuda del medio de dirección 10.

- 20 En la figura 2 se representa también que el valor estimado por el estimador 21 para la fuerza F_z actuante desde fuera es realimentado desde la salida g del estimador 21 hasta la entrada c de la funcionalidad 20. Por tanto, se proporciona por reacoplamiento la fuerza estimada de la cremallera para la determinación del par motor efectivo tor_RAef .

- 25 En la figura 3 se representa un diagrama de bloques esquemático de una posible forma de realización de la funcionalidad 20. A través de las entradas a , b , c se alimentan, como se ha representado respecto de la figura 2, el ángulo de rotor ang_RA , el par suma tor_Sum resultante de la suma del par motor tor_RA y del par de barra de torsión tor_TB , y la fuerza F_z proporcionada por el estimador 21 en la salida g .

- 30 En función de la fuerza reacoplada F_z se determina el rendimiento a partir de las curvas características 31, 32. En este caso, la curva característica 31 está prevista, por ejemplo, para un funcionamiento del motor 7 como motor y la curva característica 32 está prevista para un funcionamiento de dicho motor como generador. En un elemento 33 se forma primeramente según la forma de realización posible representada en la figura 3 un valor absoluto de la fuerza F_z , con lo que puede dejarse sin considerar la dirección de la fuerza actuante desde fuera. Se leen después los rendimientos correspondientes en las curvas características 31 y 32 y se les retransmite a una unidad funcional 34.

- 35 En la unidad funcional 34 se aplica también una señal 35 que describe la dirección de flujo de potencia del motor 7, es decir, si el motor 7 se hace funcionar como motor o como generador. En función de la señal 35 se selecciona en la unidad funcional 34 el rendimiento que corresponde a la dirección de flujo de potencia actual. El rendimiento así obtenido se retransmite después, por medio de una señal 36, a una unidad funcional 37 en la que se determina el par motor efectivo tor_RAef , por ejemplo por multiplicación del rendimiento por el par suma tor_Sum aplicado a la entrada b .

- 40 La señal 35 es generada en una unidad funcional 38 por multiplicación del par suma tor_Sum por una señal 39 formada a partir del ángulo de rotor ang_RA . La señal 39 se forma en la unidad funcional 40. La unidad funcional 40 hace posible, por ejemplo, que se tenga en cuenta una dinámica lateral de modo que se consiga una ligera inercia del sistema total, con lo que se pueden tener en cuenta las fuerzas dinámicas de una manera correspondiente.

- 45 Un elemento esencial de la presente invención es que el estimador 21 no es solicitado con el par motor tor_RA , sino con el par motor efectivo tor_RAef , con lo que se tiene en cuenta un rendimiento dependiente de la carga. El propio rendimiento se determina en base a la fuerza estimada de la cremallera o a la fuerza estimada F_z que actúa desde fuera, es decir, de modo que tiene lugar un reacoplamiento de la fuerza estimada F_z .

- 50 Por supuesto, son imaginables un gran número de otras formas de realización. Por ejemplo, pueden estar previstas otras unidades funcionales en las que se tengan en cuenta otras posibles pérdidas por rozamiento o dependencias de temperatura. Asimismo, es posible determinar primeramente cuál de las curvas características 31, 32 deberá emplearse en base a la dirección de flujo de potencia actual y únicamente entonces leer el rendimiento en la curva característica adecuada. Asimismo, la funcionalidad 20 se puede materializar también en el propio estimador 21.

En particular, el procedimiento puede codificarse de múltiples maneras en un programa informático y, por tanto, puede ser ejecutado en muy diferentes funcionalidades en el aparato de control 1. El programa informático puede estar almacenado aquí en un elemento de memoria tomado de un gran número de elementos de memoria posibles, no teniendo que estar dispuesto necesariamente el elemento de memoria en el aparato de control 1.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para determinar por medio de un estimador (21) una fuerza (Fz) que actúa desde fuera, a través de un varillaje de dirección (13), sobre un mecanismo de dirección (11) de un dispositivo de dirección (2) de un vehículo, en donde el dispositivo de dirección (2) lleva asociado un motor (7) para generar un par motor (tor_RA), **caracterizado** por que la fuerza (Fz) actuante desde fuera se estima por medio del estimador (21) en función de un par motor efectivo (tor_RAef), determinándose el par motor efectivo (tor_RAef) en función de un rendimiento y obteniéndose el rendimiento en función de la fuerza estimada (Fz).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por que la fuerza (Fz) se estima en función de un ángulo de dirección, especialmente un ángulo de rotor (ang_RA) del motor (7).
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** por que se forma un par suma (tor_Sum) como una suma de un par de dirección (tor_TB), que actúa sobre el dispositivo de dirección (2) a través de un árbol de dirección, y del par motor (tor_RA), y se determina el par motor efectivo (tor_RAef) en función del par suma (tor_Sum).
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que el par motor (tor_RA) describe un par real o un par nominal.
5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que el par motor efectivo (tor_RAef) se obtiene en función de un ángulo de rotor (ang_RA) del motor (7).
6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado** por que se obtiene el rendimiento por medio de al menos una curva característica (31, 32).
7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que se obtiene el rendimiento en función de una dirección de flujo de potencia del motor (7).
8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado** por que se obtiene la dirección de flujo de potencia en función del par motor (tor_RA) y un ángulo de rotor (ang_RA) del motor (7).
9. Aparato de control (1) para controlar/regular un dispositivo de dirección (2) en un vehículo, en donde el dispositivo de dirección (2) comprende un varillaje de dirección (13), un mecanismo de dirección (11) y un motor (7), y en donde el aparato de control (1) presenta medios para captar un par motor (tor_RA) y un estimador (21) para determinar una fuerza (Fz) que actúa desde fuera sobre el mecanismo de dirección (11), **caracterizado** por que el estimador (21) está concebido para determinar la fuerza (Fz) a partir de un par motor efectivo (tor_RAef) y el aparato de control (1) presenta una funcionalidad (20) para determinar un rendimiento en función de la fuerza (Fz) realimentada por el estimador (21) a la funcionalidad (20) y para determinar el par motor efectivo (tor_RAef) en función del par motor (tor_RA) y el rendimiento.
10. Aparato de control (1) según la reivindicación 9, **caracterizado** por que el estimador (21) está concebido para determinar la fuerza (Fz) en función de un ángulo de dirección, especialmente un ángulo de rotor (ang_RA) del motor (7).
11. Aparato de control (1) según la reivindicación 9 ó 10, **caracterizado** por que el par motor (tor_RA) describe un par real o un par nominal.
12. Aparato de control (1) según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, **caracterizado** por que la funcionalidad (20) está concebida para obtener el par motor efectivo (tor_RAef) en función de un ángulo de rotor (ang_RA) del motor (7).
13. Aparato de control (1) según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, **caracterizado** por que en el aparato de control (1) está archivada al menos una curva característica (31, 32) para la obtención del rendimiento.
14. Aparato de control (1) según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, **caracterizado** por que la funcionalidad (20) está concebida para obtener el rendimiento en función de una dirección de flujo de potencia del motor (7).
15. Aparato de control (1) según la reivindicación 14, **caracterizado** por que la funcionalidad (20) está concebida para obtener la dirección de flujo de potencia en función del par motor (tor_RA) y un ángulo de rotor (ang_RA) del motor (7).
16. Programa informático que es apto para desarrollarse en un aparato de control (1) destinado a controlar y/o regular un dispositivo de dirección (2), especialmente en un microprocesador (3) del aparato de control (1), **caracterizado** por que el programa informático está programado para poner en práctica un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.
17. Programa informático según la reivindicación 16, **caracterizado** por que el programa informático está almacenado en un elemento de memoria (5).

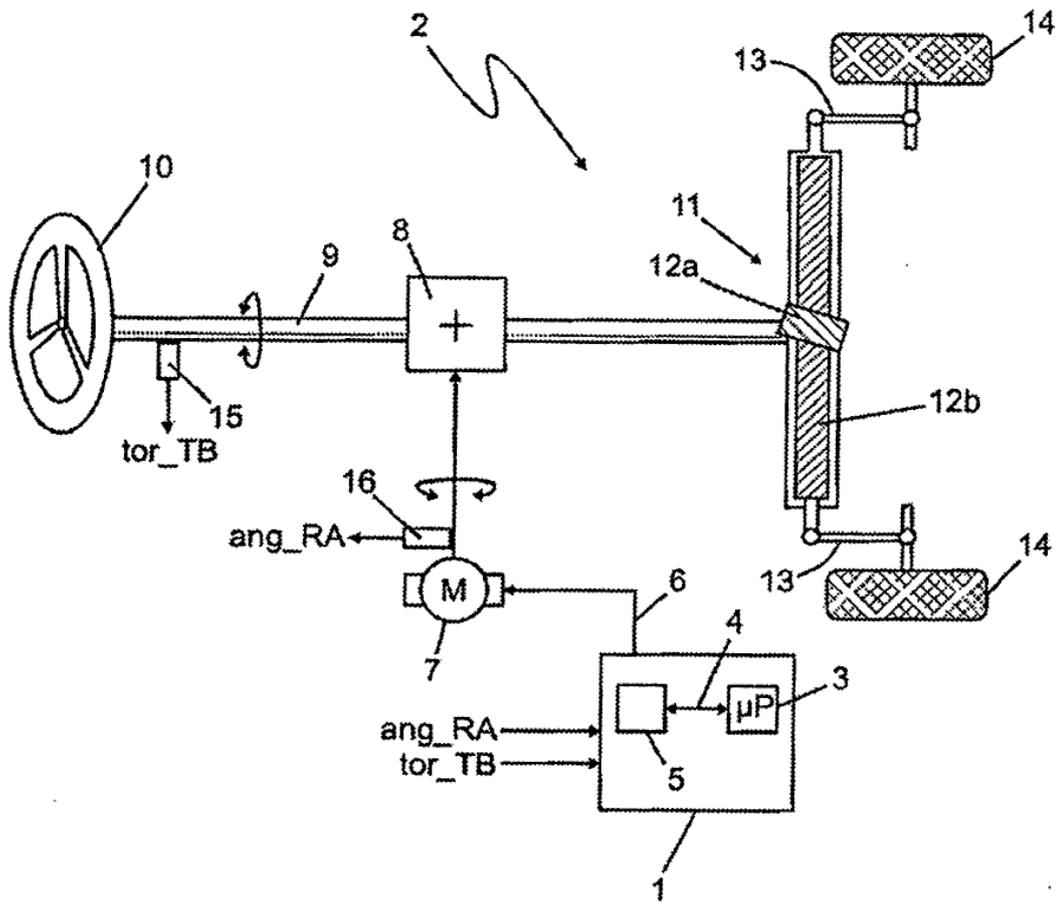


Fig.1

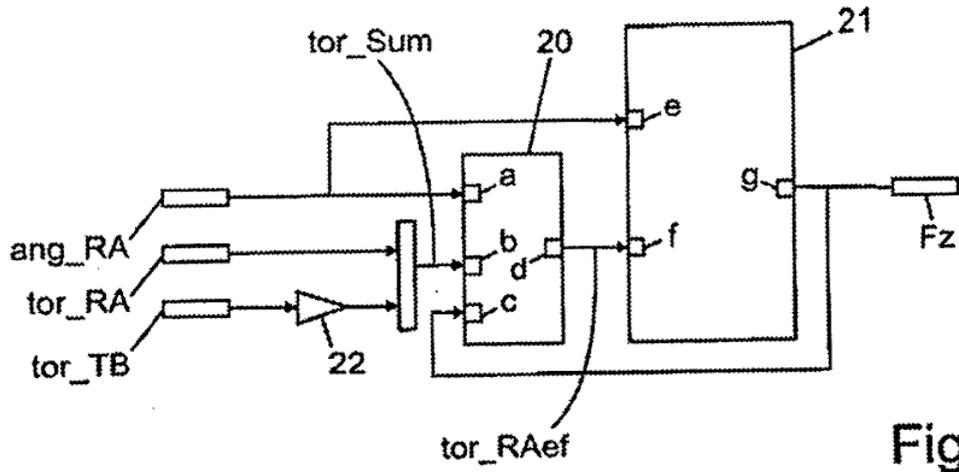


Fig.2

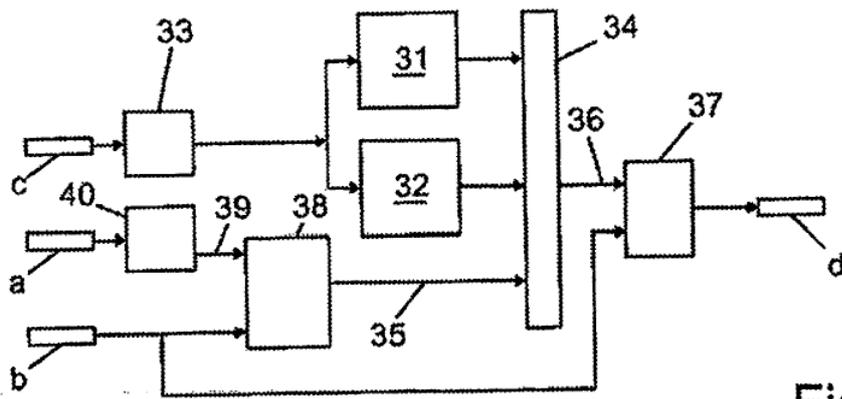


Fig.3