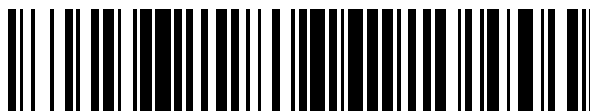


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 738 908**

51 Int. Cl.:

B62D 5/04 (2006.01)

H02P 25/22 (2006.01)

H02P 29/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.08.2015 PCT/EP2015/068379**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.11.2016 WO16173680**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.08.2015 E 15756572 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019 EP 3288815**

54 Título: **Sistema electromecánico de dirección asistida**

30 Prioridad:

30.04.2015 DE 102015208081

15.07.2015 DE 102015213304

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

27.01.2020

73 Titular/es:

THYSSENKRUPP PRESTA AG (50.0%)

Essanestrasse 10

9492 Eschen, LI y

THYSSENKRUPP AG (50.0%)

72 Inventor/es:

FÜZES, GERGELY y

KONFÁR, ATTILA ZOLTÁN

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 738 908 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

Sistema electromecánico de dirección asistida

- 5 La invención se refiere a un sistema electromecánico de dirección asistida de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 de la patente. La invención se refiere además a un método para operar un sistema electromecánico de dirección asistida de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 16 de la patente.
- 10 El creciente desarrollo de los sistemas electromecánicos de dirección asistida ha dado lugar a que las demandas impuestas a la estabilidad y fiabilidad de tales sistemas de dirección asistida aumenten constantemente. Un requisito importante en este caso es que una función de asistencia a la dirección se mantenga incluso en el caso de que los sensores y/o partes del sistema de control o partes del motor eléctrico fallen.
- 15 El documento DE10053818A1 divulga una solución en la que se utiliza un servomotor redundante, teniendo dicho servomotor dos enrollamientos que son independientes entre sí y que son accionados por dos inversores que son independientes entre sí y, por su parte, son controlados por una disposición de control redundante, para garantizar la redundancia en caso de fallo. Sin embargo, La solución propuesta es muy complicada ya que se requieren dos dispositivos de control independientes que están separados entre sí.
- 20 El documento JP20147784A divulga igualmente una solución en la que se proporciona un servomotor, teniendo dicho servomotor dos enrollamientos que son independientes entre sí y que se accionan por dos inversores que son independientes entre sí, para garantizar la redundancia en caso de fallo. Esta solución también es relativamente complicada.
- 25 El documento US 2013/099610 A1, en el que se basa el preámbulo de la reivindicación 1, divulga una solución, en donde todos los sistemas de control de impulsor y el controlador básico de la unidad de control principal tienen cada uno un microcontrolador y se combinan para formar un conjunto, y un impulsor de energía está conectado a uno de los sistemas de control de impulsor, en donde al menos dos impulsores de energía están dispuestos en una unidad de control de potencia, y cada impulsor de energía está diseñado como un medio puente con interruptores de semiconductores de energía. Según el documento US 2014/368150 A1, todos los sistemas de control de impulsor y el controlador básico forman un conjunto y al menos dos impulsores de energía forman una unidad de alimentación.
- 30 El objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema electromecánico de dirección asistida que tenga un comportamiento de redundancia mejorado y sea tan simple y rentable como sea posible en términos de diseño.
- 35 El objetivo se logra mediante un sistema electromecánico de dirección asistida de acuerdo con la reivindicación 1 de la patente. Los desarrollos ventajosos de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes.
- 40 Todo el dispositivo de control puede diseñarse de una manera más simple y más rentable como resultado.
- 45 El motor eléctrico tiene la forma de un motor de corriente continua sin escobillas, también llamado motor BLDC. Este tipo de motor ofrece la opción de conmutación electrónica, en el que los enrollamientos individuales pueden accionarse y suministrarse con corriente dependiendo de la posición del rotor, la velocidad de rotación del motor y/o el par. Como resultado, las características del motor se pueden adaptar de manera optimizada a los requisitos operativos correspondientes, por ejemplo, con respecto al comportamiento de puesta en marcha, el par ejercido, la velocidad de rotación y similares.
- 50 En un sistema electromecánico de dirección asistida según la invención, el requisito de operación respectivo para un comando de dirección que es ingresado en el sistema de dirección por el conductor del automóvil se determina sobre la base de parámetros de operación medidos o preespecificados, por ejemplo, la posición del rotor del motor eléctrico, que corresponde a la posición angular del eje de dirección, y el par que se aplica al eje de dirección, y/o posiblemente otros parámetros. Los sensores provistos pueden ser un sensor de par (unidad de sensor de par: TSU) y un sensor de posición del rotor (RPS) que transmiten sus valores de medición como valores de dirección preespecificados a la unidad de control principal, especialmente al controlador básico. La unidad de control principal comprende un microcontrolador que calcula una preespecificación de corriente del motor, que indica las corrientes que deben alimentarse a los enrollamientos individuales, de acuerdo con un algoritmo preespecificado. De acuerdo con la invención, una señal de control, que contiene toda la información sobre la preespecificación de corriente del motor, como ejemplo un par de demanda del motor eléctrico, se transmite por el controlador básico de la unidad de control principal en cada caso a un sistema de control de impulsor que en cada caso está asociado con un conjunto de enrollamiento eléctrico del motor. Por consiguiente, un motor eléctrico con dos conjuntos de enrollamiento contiene dos sistemas de control de impulsor que reciben señales de control desde el controlador básico del sistema de control principal.
- 60 Los sistemas de control de impulsor, también llamadas unidades de impulsor de puerta de GDU, se hacen cargo del procesamiento y la conversión de las señales de control, y, por su parte, accionan impulsores de energía que convierten las señales de control de corriente débil, que se emiten por los sistemas de control de impulsor, en
- 65

corrientes motoras, es decir, las corrientes que se alimentan a los enrollamientos individuales y son relativamente altas si es necesario. El control de potencia se realiza mediante interruptores semiconductores de energía, por ejemplo, MOSFET (transistores de efecto de campo de metal-óxido-semiconductor) o IGBT (transistores bipolares de puerta aislada), los cuales están conectados en medios puentes.

De acuerdo con la invención, los sistemas de control de impulsor también tienen forma de sistemas de control inteligentes. Esto significa que no solo son señales de control emitidas por el controlador básico de la unidad de control principal producida, sino también que cada uno de los sistemas de control de impulsor puede realizar tareas de control independientemente de acuerdo con un algoritmo preespecificado. Con este fin, los sistemas de control de impulsor pueden comunicarse no solo con el controlador básico de la unidad de control principal a través de líneas de control o comunicación, sino intercambiar directamente datos entre sí a través de una línea de comunicación o control directa. Como resultado, es posible, por ejemplo, que un primer sistema de control de impulsor sea informado inmediatamente sobre la falla de un segundo sistema de control de impulsor, y para que un sistema de control de emergencia o de respaldo se active de acuerdo con un algoritmo que se instala en el primer sistema de control de impulsor. Un control fiable, redundante se puede lograr de esta manera.

Para la implementación en la práctica, cada uno de los sistemas de control de impulsor puede comprender un microcontrolador en el que se instalan programas que controlan la comunicación y el intercambio de datos con el controlador básico y también entre los sistemas de control de impulsor. Dado un diseño correspondientemente potente del microcontrolador, es posible que los sistemas de control de impulsor puedan compensar una falla de la unidad de control principal o de los sistemas de control de impulsor, es decir, es posible que dichos sistemas de control de impulsor asuman las funciones de control del controlador básico o de los sistemas de control de impulsor inactivo. De acuerdo con la invención, esto es posible tanto por el controlador básico como por los sistemas de control de impulsor, cada uno de los cuales recibe todas las señales de medición desde los sensores, es decir, por la unidad de control principal y los sistemas de control de impulsor conectados a los sensores a través de líneas, y por todos los sistemas de control de impulsor conectados al controlador básico de la unidad de control principal y entre sí en cada caso, es decir, líneas de comunicación y control dispuestas entre todos los microcontroladores en el controlador básico y todos los sistemas de control de impulsor. Como resultado, se forma un sistema de control redundante.

Una operación muy robusta del sistema electromecánico de dirección asistida, sin ser dicha operación susceptible de fallos, puede proporcionarse mediante el método para operar el sistema electromecánico de dirección asistida en el que al menos un sensor está conectado a un sistema redundante que comprende al menos un microcontrolador del controlador básico y un microcontrolador de los sistemas de control de impulsor, siendo posible que las señales de medición sean emitidas a todos los microcontroladores por dicho sensor, en donde, en caso de fallo de uno de los microcontroladores, el microcontrolador o los microcontroladores restantes toman el accionamiento de al menos uno de los impulsores de energía.

El sistema para implementar el método comprende ventajosamente, como un sensor, un sensor de posición de rotación del motor eléctrico y/o un sensor de par y/o sensor de ángulo de rotación. La posición angular del eje de dirección y/o el par de dirección que el conductor del automóvil introduce en el eje de dirección mediante el volante de dirección se puede detectar mediante el sensor de par y/o el sensor de ángulo de rotación y se puede emitir como valores de medición eléctrica que se transmiten a la unidad de control principal y a todos los sistemas de control de impulsor.

Para simplificar el diseño, tantos elementos del sistema de control eléctrico como sea posible se combinan para formar una unidad física, y preferiblemente están dispuestos incluso en una placa de circuito impreso (PCB). En este caso, los componentes para el sistema de control, que están diseñados para procesar y transmitir corrientes de señal, la unidad de control principal o, más bien, el controlador básico y/o los sistemas de control de impulsor están preferiblemente dispuestos por separado de los componentes que están diseñados para implementar las corrientes de potencia que mueven el motor eléctrico, y los impulsores de energía. Como resultado, la unidad de control principal, incluido el controlador básico y los sistemas de control de impulsor, pueden tener una construcción compacta, mientras que se puede proporcionar una refrigeración óptima para los impulsores de energía.

El sistema tiene preferiblemente un único controlador básico. Más preferiblemente, el sistema tiene una única unidad de control principal.

Al menos dos de los impulsores de energía están dispuestos ventajosamente en una placa de circuito impreso común. Como resultado, en primer lugar, se puede realizar una construcción compacta y, en segundo lugar, una deriva térmica diferente de los componentes semiconductores utilizados, tales como los interruptores semiconductores de energía, se puede prevenir o compensar mediante acoplamiento térmico.

Sin embargo, en este caso, es particularmente preferible organizar todos los impulsores de energía en una placa de circuito impreso común singular. Además de dichas ventajas, este diseño es ventajoso con respecto a la producción.

También es ventajoso cuando al menos dos de los sistemas de control de impulsor están dispuestos en una placa

de circuito impreso común. Esto es ventajoso con respecto a un diseño compacto que permite una producción e instalación eficientes.

5 Sin embargo, es preferible en este caso cuando todos los sistemas de control de impulsor están dispuestos en una placa de circuito impreso común singular.

10 Se puede lograr una construcción particularmente compacta cuando los sistemas de control de impulsor y el controlador básico para desarrollar la unidad de control principal están, en la medida de lo posible, dispuestos en una placa de circuito impreso común singular.

15 Los medios de entrada para ingresar el valor de dirección preespecificado son preferiblemente una rueda de control que es impulsada por un conductor de automóvil por rotación, como se conoce como un volante en la técnica anterior. Sin embargo, también es factible y posible utilizar una palanca de mando u otro medio de entrada. El uso de la invención también es adecuado en el caso en que el sistema electromecánico de dirección asistida está diseñado como un sistema de dirección por cable en el que el sistema no tiene conexión mecánica entre los medios de entrada operados por el conductor del automóvil, por ejemplo, la rueda de control, y las ruedas del vehículo dirigidas.

20 Se prefiere cuando el valor de dirección preespecificado es un par que se introduce en los medios de entrada, preferiblemente la rueda de control.

Específicamente en el caso de una disposición de dirección por cable, pero no solo entonces, también se prefiere definir un ángulo de rotación que se introduce en los medios de entrada, preferiblemente la rueda de control, como un valor de dirección preespecificado.

25 La unidad de control principal, y especialmente el controlador básico preferido, está conectado ventajosamente a un bus CAN por medio del cual se transmiten a la unidad de control principal otras variables de señal que son adecuadas o necesarias para controlar el sistema electromecánico de dirección asistida, y/o se transmiten señales de realimentación desde la unidad de control principal a las unidades de control adicionales en el vehículo a motor.

30 Los datos se intercambian entre dispositivos de control interconectados por medio del bus CAN en el vehículo de acuerdo con un protocolo estandarizado, de transmisión de datos y bidireccional en serie que es común en la construcción de vehículos. Los ejemplos de dichos datos incluyen, en particular, la velocidad del vehículo, el momento de guiñada y también un ángulo de dirección del vehículo medido. De este modo, se puede introducir una gran cantidad de funciones de asistencia de dirección en el sistema. Entre los ejemplos posibles se incluyen funciones corriente arriba para el control de la dirección.

35 Las siguientes funciones se pueden mencionar aquí a modo de ejemplo: una función de asistencia de aparcamiento, en particular aparcamiento automático; una función de asistencia de mantenimiento de carril; una función de conducción automática en la que el conductor del automóvil no realiza ninguna acción de dirección; asistencia dependiente de la velocidad del vehículo; implementación de un límite para el bloqueo de la dirección; un modo de funcionamiento establecido; compensación de esfuerzo lateral (compensación de vientos de costado o caminos inclinados transversalmente a la dirección de desplazamiento); compensación de momentos de inercia en el sistema de dirección; identificación de si el conductor del automóvil está controlando o ha abandonado la rueda de control; compensación de la fricción en el sistema de dirección y/o en la calzada; protección controlada por software de los topes mecánicos en el sistema de dirección; producir una sensación para el conductor del automóvil que puede permitirle conducir el vehículo en línea recta (= sensación de punto central); retorno activo de las ruedas desde una posición girada a la posición recta si se desea; amortiguación activa de vibraciones y pulsos de interferencia producidos por el chasis, por la carretera o por el sistema de dirección; compensación de las no uniformidades rotacionales desde transmisiones de junta universal de movimientos de dirección; prevención de sobrecargas del husillo de bolas; compensación de histéresis en el comportamiento de la dirección del sistema de dirección, y similares.

40 El motor eléctrico tiene preferiblemente dos conjuntos de enrollamiento que están formados a partir de tres fases de enrollamiento U, V, W, también conocidos como enrollamientos de fase. Sin embargo, también es factible y posible proporcionar más de dos conjuntos de enrollamiento que están formados a partir de tres fases de enrollamiento individuales U, V, W.

45 Los conjuntos de enrollamiento están preferiblemente siempre dispuestos alternativamente sobre la circunferencia del estátor.

50 Sin embargo, también es factible y posible disponer cada una de las fases de enrollamiento de los conjuntos de enrollamiento conjuntamente en la misma posición circunferencial en el estátor.

55 Asimismo, se puede proporcionar un sensor de posición del rotor, siendo posible que una señal de medición que corresponda a la posición angular y/o a la posición angular eléctrica del rotor del motor eléctrico o del eje de dirección sea emitida a la unidad de control principal o en su lugar el controlador básico y/o los sistemas de control

de impulsor por dicho sensor de posición del rotor. El sensor de posición del rotor puede ser preferentemente de diseño redundante, por ejemplo, mediante elementos sensores dobles o múltiples que pueden compensar de manera idéntica la falla de un elemento sensor, o mediante elementos sensores que pueden operarse de acuerdo con diferentes métodos de medición para poder proporcionar una función de respaldo o de emergencia en el evento de una falla.

Se proporciona ventajosamente al menos un sensor de par y/o un sensor de ángulo de rotación, siendo posible que una señal de medición que corresponde a la posición de par y/o a la posición angular de un eje de dirección, que está conectado a la rueda de control, se emita a la unidad de control principal o, más bien, al controlador básico y/o los sistemas de control de impulsor por dicho sensor de par y/o sensor de ángulo de rotación. El sensor de par y/o el sensor de ángulo de rotación pueden ser preferiblemente de diseño redundante, por ejemplo, mediante elementos sensores dobles o múltiples que pueden compensar de manera idéntica la falla de un elemento sensor, o mediante elementos sensores que pueden operarse de acuerdo con diferentes métodos de medición para poder proporcionar una función de respaldo o de emergencia en el evento de una falla.

De acuerdo con la invención, para aumentar la redundancia, el controlador básico de la unidad de control principal está conectado ventajosamente a los sistemas de control de impulsor y los sistemas de control de impulsor están conectados de manera ventajosa directamente entre sí a través de líneas de comunicación de señal de dos vías en cada caso. Como resultado, en caso de fallo de una o más de las unidades, la unidad de controlador básica restante y/o la unidad de control de impulsor pueden asumir el accionamiento de uno de los conjuntos de enrollamiento, de modo que una función de asistencia para el sistema electromecánico de dirección asistida todavía está asegurada. Por consiguiente, el microcontrolador del controlador básico y de los sistemas de control de impulsor forman preferiblemente un sistema redundante con respecto a la falla de al menos uno de los microcontroladores. Los programas que se ejecutan en los microcontroladores permiten, en particular, la identificación del estado del sistema, es decir, un diagnóstico continuo del sistema que indica si el controlador básico, los sistemas de control de impulsor y los sensores conectados están operativos o han fallado. Un modo de respaldo o emergencia se activa según el resultado del diagnóstico.

Otras características de la invención se pueden recopilar de las figuras adjuntas. En las figuras:

- la Figura 1 muestra un sistema electromecánico de dirección asistida;
- la Figura 2 muestra un diagrama de bloques esquemático de un ejemplo de la disposición de acuerdo con la invención;
- la Figura 3 muestra un detalle de la Figura 2 para ilustrar el accionamiento de las fases de enrollamiento;
- la Figura 4 muestra un diagrama de bloques para ilustrar el control de la dirección;
- la Figura 5 muestra una ilustración esquemática de un medio puente de un impulsor de energía;
- la Figura 6 muestra una vista esquemática de una realización de la disposición de las fases de enrollamiento en el motor eléctrico;
- la Figura 7 muestra un diagrama de bloques esquemático de una realización de la disposición de acuerdo con la invención;
- la Figura 8 muestra un sistema electromecánico de dirección asistida con diseño de dirección por cable.

Los elementos idénticos o de acción idéntica se indican con los mismos símbolos de referencia en las descripciones de las figuras.

La figura 1 muestra un sistema electromecánico de dirección asistida 1. El sistema de dirección asistida 1 comprende, como medio de entrada, una rueda de control 2 en la que el conductor del automóvil, no mostrado, del vehículo de motor introduce una rotación D que define el valor de dirección preespecificado como par T desde un sensor de par TS. En este caso, la rotación se transmite a un eje de dirección superior 3 y se introduce en una unidad servo 4. La unidad servo 4 comprende un motor eléctrico 5, un mecanismo de engranaje reductor 6 y un sistema de control 7. Debido a la rotación del rotor 8 (véase la Figura 6) en relación con el estátor 9 (véase la Figura 6), una fuerza auxiliar se superpone al movimiento de dirección que impone el conductor del automóvil y, por lo tanto, ayuda al conductor del automóvil con el movimiento de dirección. La rotación del eje de dirección superior 3 se transmite al eje de salida 10 por medio del mecanismo de engranaje y de manera asistida por la unidad de servo 4, y se transmite al mecanismo de dirección 13 por medio de las juntas universales 11 con la interconexión de intermedios ejes 12a y 12b. En el mecanismo de dirección 13, la rotación se convierte en un desplazamiento de la cremallera dentada 15 por medio de un piñón de dirección 14 que está conectado de manera fija rotacional al eje intermedio 12b. El desplazamiento en la cremallera dentada 15 conduce al desplazamiento de los tirantes 16 y, por lo tanto, al giro de las ruedas 17 en relación con la carretera 18.

El sistema también puede ser diseñado como un sistema de dirección por cable, como se ilustra en la Figura 8. En el presente documento, el motor eléctrico 5 está dispuesto directamente en el mecanismo de dirección 13 a modo de ejemplo. Un accionador de realimentación 19 proporciona al conductor del automóvil la sensación de conducir realmente el vehículo en la carretera. Con este fin, los correspondientes pares contrarios contra la rotación del eje de

dirección superior 3 se aplican en el accionador de realimentación 19. No hay conexión mecánica o acoplamiento en el sentido del efecto de dirección entre el eje de dirección superior 3 y el mecanismo de dirección. La manera de operar es análoga a la forma de operación descrita en relación con la Figura 1, y por lo tanto no se describe nuevamente.

La figura 2 ilustra esquemáticamente el sistema de control a modo de ejemplo 7. La figura 3 muestra un detalle de dicho sistema de control, detalle que ilustra el accionamiento de las fases de enrollamiento U1, V1, W1 del primer conjunto de enrollamiento y las fases de enrollamiento U2, V2, W2 del segundo conjunto de enrollamiento. La Figura 5 ilustra el circuito de medio puente que comprende los interruptores MOSFET 751, circuito de medio puente que está contenido en el impulsor de energía 750. El sistema de control 7 comprende el controlador básico 701 y dos sistemas de control de impulsor 702 que están dispuestos en una placa de circuito impreso común para construir la unidad de control principal 703. Los dos impulsores de energía 750 están dispuestos en una placa de circuito impreso común para construir la unidad de control de potencia 751. Las señales de medición del sensor de par TS y del sensor de posición del rotor RPS se suministran directamente a los sistemas de control de impulsor 702, de modo que dichos sistemas de control de impulsor puedan usar dichas señales de medición para determinar las señales de impulsor 711, 712 para accionar los impulsores de energía 750 con la inclusión de los valores preespecificados 713. En este caso, el proceso de determinación se realiza mediante un par objetivo TD que se determina en el controlador básico 701 sobre la base del par T introducido. El par objetivo TD se suministra a los dos sistemas de control de impulsor 702. Una pre-especificación actual se determina en el sistema de coordenadas, que gira con el ángulo eléctrico, sobre la base de este par objetivo TD con la ayuda del ángulo eléctrico R del motor eléctrico 5. En otra transformación de coordenadas, los valores preespecificados para las tensiones se calculan desde aquí en el sistema de coordenadas, que se fija al estátor 9. Estos valores se pasan luego a los respectivos impulsores de energía 750, los inversores, por los respectivos sistemas de control de impulsor 702. En los impulsores de energía, las corrientes del motor que se suministran a las respectivas fases de enrollamiento U1, V1, W1 y U2, V2, W1, W2 se determinan a partir de dichos valores. Las corrientes del motor se determinan de acuerdo con el proceso conocido de modulación de ancho de pulsos (= PWM).

Una fuente de alimentación 801, un filtro de supresión de interferencias de radio 802, un medio de control de interruptor de encendido 803 y un chip de base del sistema 804 se proporcionan además para mostrar las funciones.

Un bus CAN 806 está conectado eléctricamente a la unidad de control principal 701 por medio de un módulo de interfaz 807, de modo que las señales puedan intercambiarse entre el vehículo motorizado y la unidad de control principal 701.

En el caso de que un impulsor de energía 750 sea defectuoso y/o un sistema de control de impulsor 702 y/o un enrollamiento se interrumpa, el motor 5 puede ser accionado por medio de las unidades restantes. Finalmente, la potencia completa ya no estará disponible. Sin embargo, la potencia total del motor 5 se requiere solo durante el estacionamiento y durante los procesos de maniobra cuando se viaja a baja velocidad. En estos casos, la reducción de la asistencia de la dirección es, de hecho, desventajosa pero no peligrosa. Los rangos peligrosos cuando se conduce en la autopista o en campo traviesa en carreteras rurales se pueden prevenir de manera efectiva con una arquitectura de seguridad de este tipo. En este caso, es fácilmente factible y posible utilizar una luz de advertencia y/o un ruido de advertencia para solicitar al conductor del automóvil que detenga el vehículo lo antes posible.

La figura 7 muestra una realización preferida de la invención, en la cual, además de los componentes ya descritos en la Figura 2, se proporciona un controlador de reinicio 704, permitiendo dicho controlador de reinicio 704 que el sistema se reinicie y de esta manera haga posible que el sistema se reinicie de una manera simple. Asimismo, las conexiones de señal bidireccionales se muestran mediante las flechas, permitiendo dichas conexiones de señal bidireccionales que solo una única unidad de control de entre la selección del controlador básico 701 y los sistemas de control de impulsor 702 se diseñen para asumir el accionamiento del al menos un impulsor de energía 750 en caso de una falla en otras unidades. En una realización preferida, dicho controlador de reinicio 704 permite el reinicio de una sola unidad de control de entre la selección de la unidad de control principal 701 y los sistemas de control de impulsor 702. Esto puede hacerse, si dos de estas unidades de control votan por el reinicio de la unidad de control restante.

La Figura 6 ilustra un diagrama de enrollamiento para las fases de enrollamiento individuales U1, V1, W1 y U2, V2, W2. Los conjuntos de enrollamiento de las fases de enrollamiento siempre están dispuestos alternativamente de manera distribuida sobre la circunferencia del estátor 9. Dicha figura ilustra dos posibles variantes para colocar los imanes permanentes en el rotor 8 con los polos norte N y los polos sur S.

La figura 4 ilustra, utilizando un diagrama de bloques, la incorporación de un sistema de control a modo de ejemplo 7 en el sistema para controlar todo el vehículo motorizado.

El sistema de control de dirección se ilustra en el bloque 1000, proporcionando dicho sistema de control de dirección de cabeza algunas o todas las funciones de asistencia de dirección mencionadas anteriormente en función de las señales del sensor, valores preespecificados y otros, e iniciando dichas funciones de asistencia de dirección en el sistema de control 7 y, allí, en particular en el controlador básico 701 mediante el bus CAN 706. Un nivel de ajuste

específico 1100, que está diseñado específicamente dependiendo de la aplicación, está dispuesto entre el controlador básico 701 y el sistema de control de impulsor 702, y también el bloque de sensor 1200. En el presente documento, los valores de señal, por ejemplo, las corrientes medidas en las fases de enrollamiento o el par medido o el ángulo eléctrico medido, se corresponden con las características de sensor del vehículo motorizado respectivo. Al mismo tiempo, los valores de salida para los valores preespecificados 713 coinciden con el motor eléctrico 5 utilizado aquí respectivamente. Un primer bucle de control para controlar la potencia del motor, un llamado bucle de control del motor, se forma con una primera realimentación de señal 1201 al sistema de control de impulsor 702. Un segundo bucle de control para el control de la dirección, un llamado bucle de control de dirección, se forma con una segunda realimentación de señal 1202 al sistema de control de dirección de cabeza 1000. Un tercer bucle de control para el control de dirección, un llamado bucle de control de dirección baja, se forma con una tercera realimentación de señal 1203 al controlador básico 701. De esta manera, las funciones de asistencia de la dirección mencionadas anteriormente se pueden llevar a cabo de una manera adaptada al tipo específico de vehículo. El mismo controlador básico 701 y los sistemas de control de impulsor 702 siempre pueden usarse para diferentes tipos de vehículos debido al nivel de ajuste 1100. El nivel de ajuste se puede insertar, en la forma de un módulo de memoria que contiene un código de software y está equipado con interfaces definidas para el microcontrolador en el controlador básico 701 y para el microcontrolador en el sistema de control de impulsor, de forma sencilla en una ranura de inserción preparada en la placa de circuito impreso de la unidad de control principal 703 en la que está dispuesto el controlador básico 701. Como resultado, la coincidencia se puede realizar únicamente intercambiando el módulo de memoria.

REIVINDICACIONES

1. Sistema electromecánico de dirección asistida (1) para un vehículo motorizado, que comprende

- 5 • un motor eléctrico (5) que tiene un estátor (9), que está equipado con al menos dos conjuntos de enrollamiento eléctricos, y que tiene un rotor (8), que está equipado con imanes permanentes, motor eléctrico (5) que ayuda al movimiento de dirección, que es introducido en un medio de entrada por un conductor del automóvil, con el fin de ejercer un movimiento de dirección en el vehículo motorizado,
- 10 • una unidad de control principal (703) que determina una pre-especificación de corriente del motor, que está destinada a ser enviada a los conjuntos de enrollamiento eléctrico, desde al menos un valor de dirección preespecificado que caracteriza el movimiento de dirección introducido por el conductor del automóvil, donde la unidad de control principal (703) comprende un controlador básico (701),
- 15 • al menos una unidad de control de potencia (751) que proporciona la preespecificación de corriente del motor, que se determina en la unidad de control principal (703) y alimenta dicha preespecificación de corriente del motor a los conjuntos de enrollamiento eléctricos,
- en donde para cada uno de los conjuntos de enrollamiento, al menos
- se proporciona un sistema de control de impulsor (702), en donde todos los sistemas de control de impulsor (702) y el controlador básico (701) de la unidad de control principal (703) tienen cada uno un microcontrolador y están combinados para formar un conjunto,
- 20 • se proporciona un impulsor de energía (750) que está conectado a uno de los sistemas de control de impulsor (702), en donde al menos dos impulsores de energía (750) están dispuestos en una unidad de control de potencia (751), y cada impulsor de energía está diseñado como un medio puente con interruptores semiconductores de energía,

25 **caracterizado por que** se proporcionan al menos dos sistemas de control de impulsor (702), y **por que** el controlador básico (701) de la unidad de control principal (703) está

conectado a los sistemas de control de impulsor (702) y los sistemas de control de impulsor (702) están conectados directamente entre sí mediante líneas de comunicación de señal bidireccionales en cada caso.

2. Sistema electromecánico de dirección asistida (1) según la reivindicación 1, **caracterizado por que** al menos dos de los impulsores de energía (750) están dispuestos en una placa de circuito impreso común.

35 3. Sistema electromecánico de dirección asistida (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** todos los impulsores de energía (750) están dispuestos en una placa de circuito impreso común.

40 4. Sistema electromecánico de dirección asistida (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** al menos dos de los sistemas de control de impulsor (702) están dispuestos en una placa de circuito impreso común.

45 5. Sistema electromecánico de dirección asistida (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** todos los sistemas de control de impulsor (702) están dispuestos en una placa de circuito impreso común.

6. Sistema electromecánico de dirección asistida (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los sistemas de control de impulsor (702) y el controlador básico (701) de la unidad de control principal (703) están dispuestos en una placa de circuito impreso común.

50 7. Sistema electromecánico de dirección asistida (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el valor de dirección preespecificado es un par (T) que se introduce en los medios de entrada (2).

8. Sistema electromecánico de dirección asistida (1) según una de las reivindicaciones anteriores 1 a 6, **caracterizado por que** el valor de dirección preespecificado es un ángulo de rotación que se introduce en los medios de entrada (2).

9. Sistema electromecánico de dirección asistida (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la unidad de control principal (703) y/o el controlador básico (701) están conectados a un bus CAN mediante el cual se transmiten a la unidad de control principal (703) otras variables de señal que son adecuadas o necesarias para controlar el sistema electromecánico de dirección asistida (1) y/o las señales de realimentación se transmiten desde la unidad de control principal (703) y/o el controlador básico (701) a otras unidades de control en el vehículo motorizado.

65 10. Sistema electromecánico de dirección asistida (1) según una de las reivindicaciones anteriores 1 a 9, **caracterizado por que** los dos o más conjuntos de enrollamiento están formados a partir de tres fases de enrollamiento individuales U, V, W, en donde los conjuntos de enrollamiento siempre están dispuestos

alternativamente sobre la circunferencia del estátor (9).

- 5 11. Sistema electromecánico de dirección asistida (1) según una de las reivindicaciones anteriores 1 a 9, **caracterizado por que** los dos o más conjuntos de enrollamiento están formados a partir de tres fases de enrollamiento individuales (U1, V1, W1, U2, V2, W2), en donde las fases de enrollamiento (U1, V1, W1, U2, V2, W2) de los conjuntos de enrollamiento (U1, V1, W1, U2, V2, W2) están dispuestas juntas en la misma posición circunferencial en el estátor (9).
- 10 12. Sistema electromecánico de dirección asistida (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** se proporciona un sensor de posición del rotor (RPS), siendo posible que una señal de medición que corresponde a la posición angular del rotor del motor eléctrico (5) o de un eje de dirección (3) sea emitida a la unidad de control principal (703) y/o los sistemas de control de impulsor (702) por dicho sensor de posición del rotor (RPS).
- 15 13. Sistema electromecánico de dirección asistida (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** se proporciona un sensor de par (TS) y/o un sensor de ángulo de rotación, siendo posible que una señal de medición que corresponde al par (T) y/o a la posición angular de un eje de dirección (3) sea emitida a la unidad de control principal (703) y/o al controlador básico (701) y/o los sistemas de control de impulsor (702) por dicho sensor de par (TS) y/o sensor de ángulo de rotación.
- 20 14. Sistema electromecánico de dirección asistida (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los microcontroladores del controlador básico (701) de la unidad de control principal (703) y de los sistemas de control de impulsor (702) forman un sistema redundante con respecto al fallo de al menos uno de los microcontroladores.

25

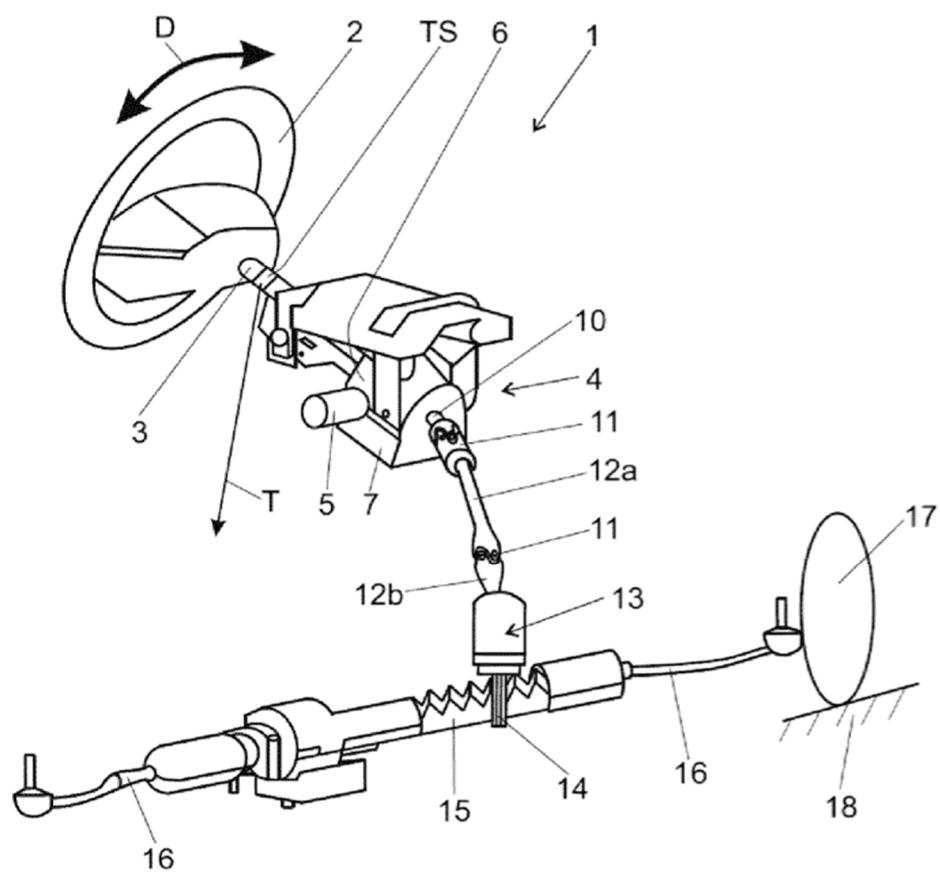


Figura 1

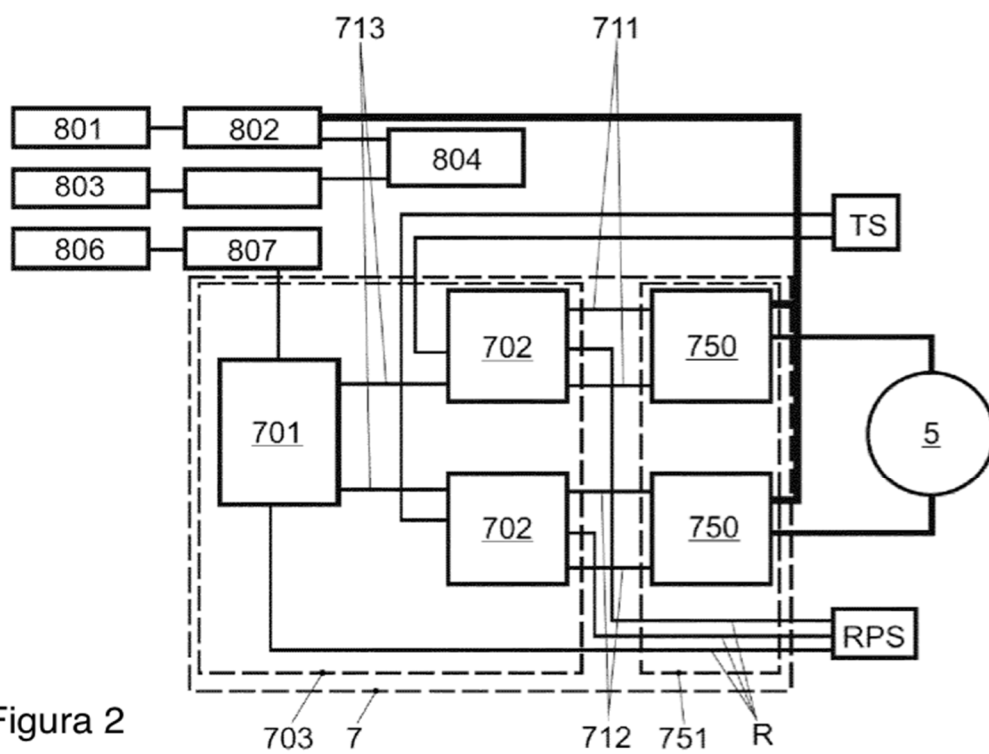


Figura 2

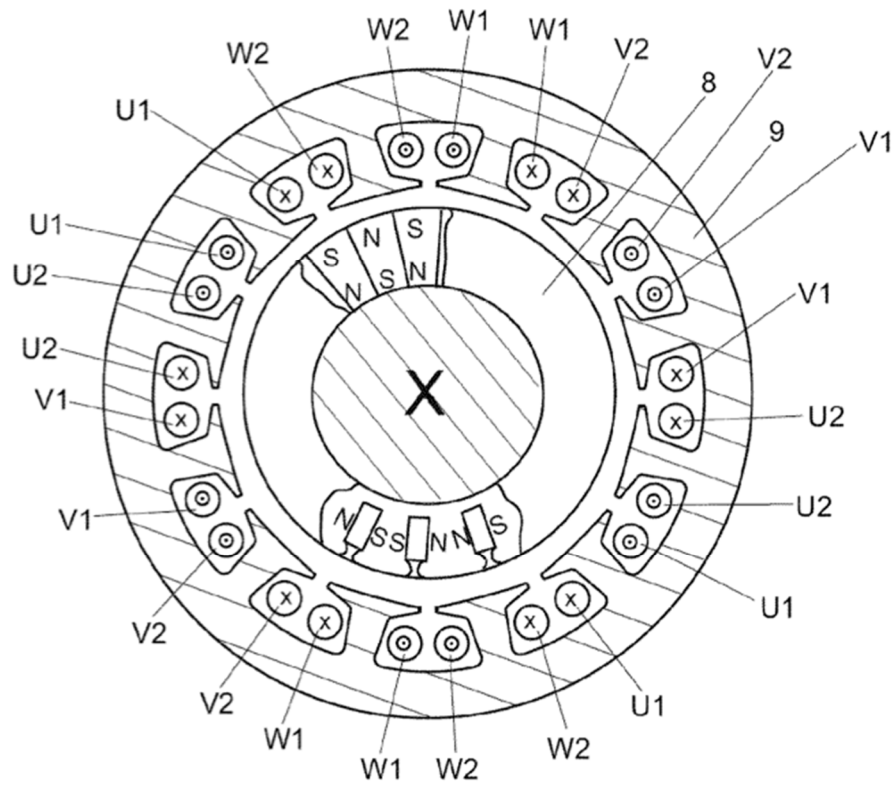


Figura 6

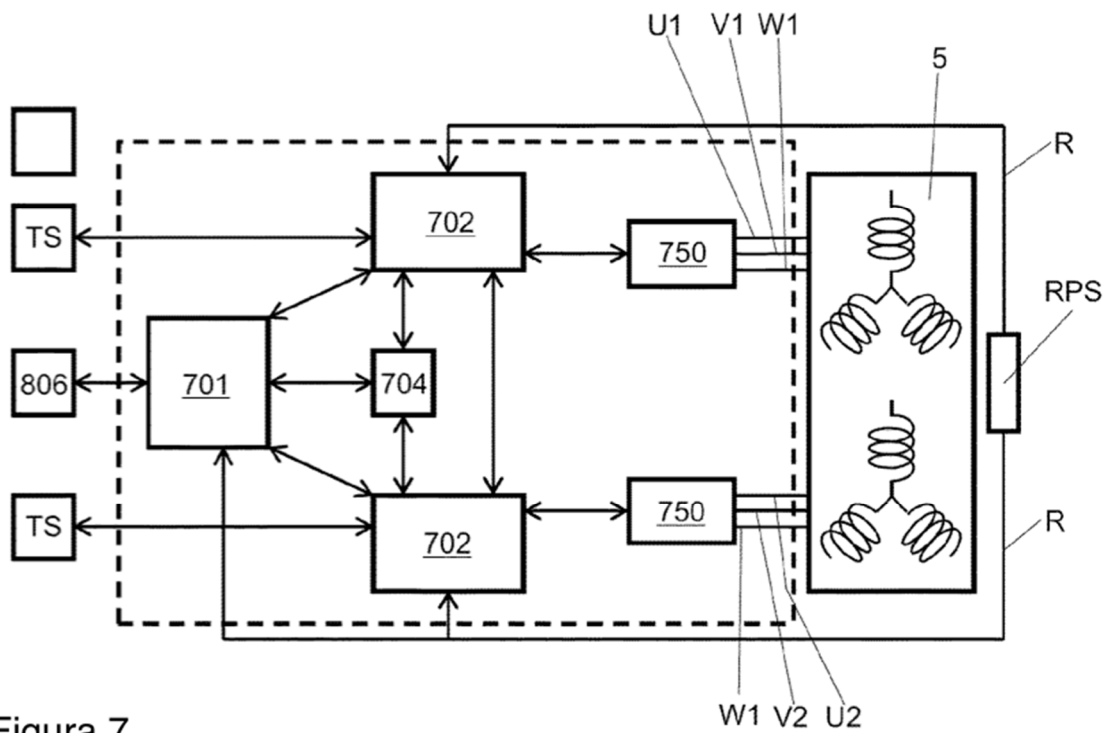


Figura 7

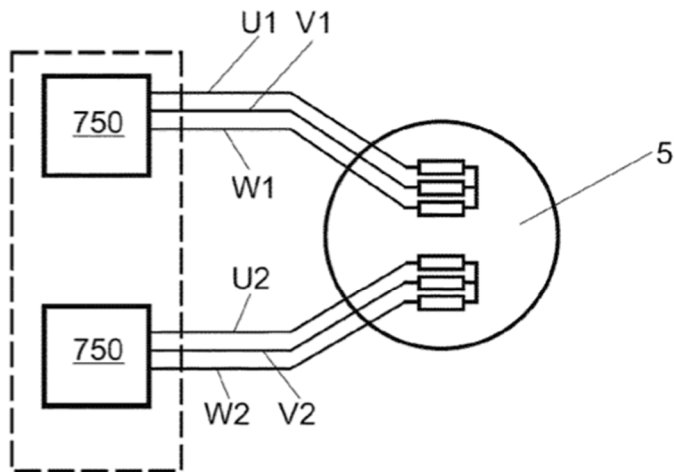


Figura 3

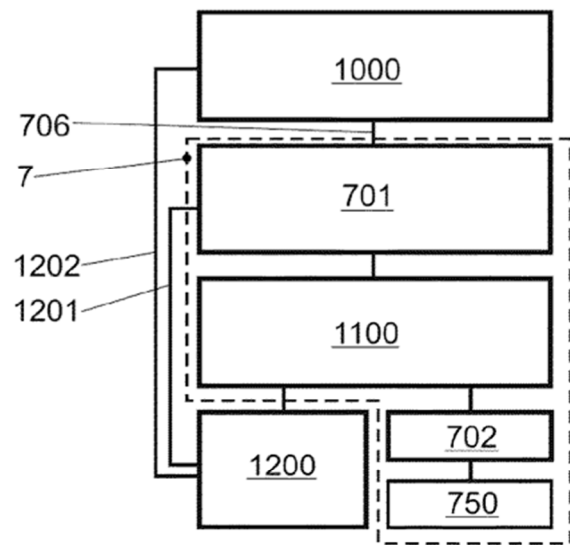


Figura 4

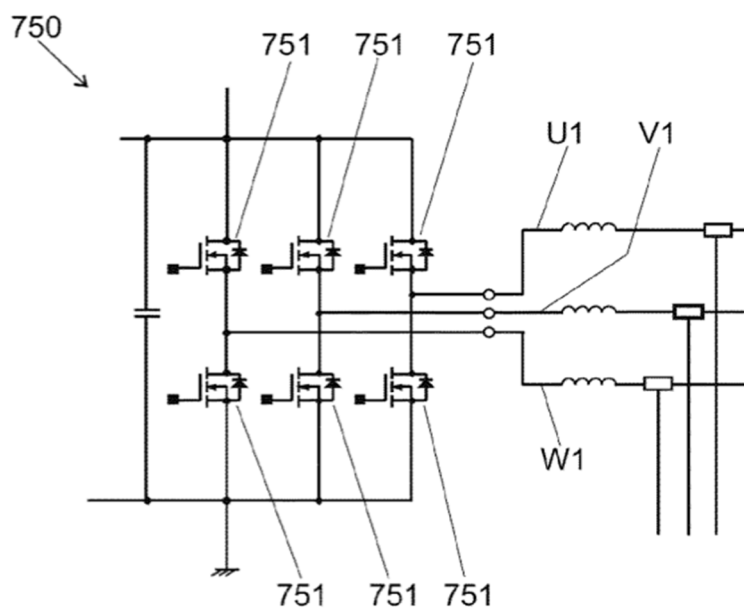


Figura 5

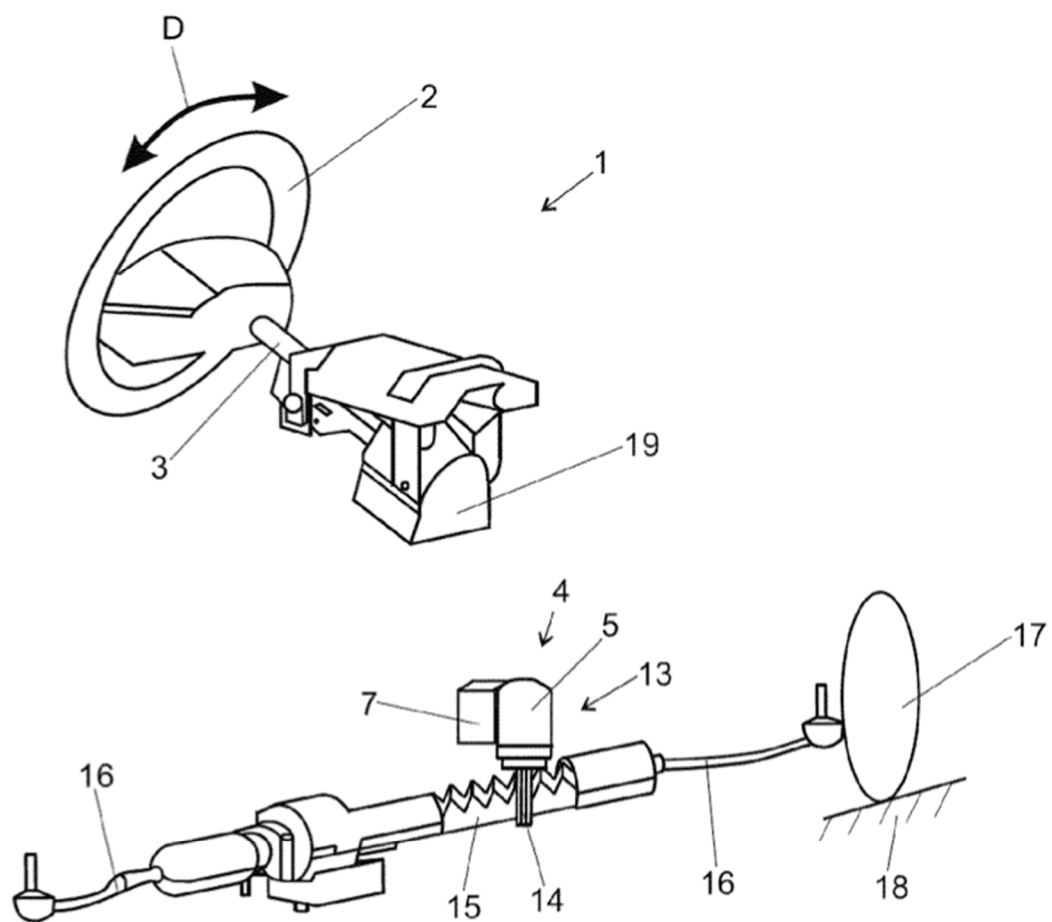


Figura 8