

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 672 049**

51 Int. Cl.:

B62D 5/04 (2006.01)

H02P 29/028 (2006.01)

H02P 21/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.07.2016 E 16178296 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.03.2018 EP 3144205**

54 Título: **Asistencia de dirección en modo degradado temporal ("limp-aside") con corriente de motor estimada**

30 Prioridad:

18.09.2015 WO PCT/EP2015/071477

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

12.06.2018

73 Titular/es:

THYSSENKRUPP PRESTA AG (50.0%)

Essanestrasse, 10

9492 Eschen, LI y

THYSSENKRUPP AG (50.0%)

72 Inventor/es:

SÓTI, ÁDÁM y

ILLÉS, FERENC

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 672 049 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

Asistencia de dirección en modo degradado temporal ("limp-aside") con corriente de motor estimada

5 La presente invención se refiere a un mecanismo electromecánico de dirección asistida de un vehículo a motor que tiene las características del preámbulo de la reivindicación 1, y a un método que tiene las características del preámbulo de la reivindicación 8.

10 En un aparato de dirección asistida eléctrica, la potencia de la asistencia de dirección se aplica sobre un mecanismo de dirección mediante el accionamiento de un motor eléctrico de acuerdo con el par de dirección que un conductor aplica a un volante. Una unidad de control electrónico con un convertidor controla el motor. El convertidor alimenta el motor con parámetros de motor sinusoidal (corriente, tensión, flujo magnético) para la generación del par. Usualmente, se monitoriza la alimentación del motor eléctrico en busca de fallas en las mediciones de realimentación de corriente. Estas mediciones de corriente pueden fallar abruptamente. Convencionalmente, las anomalías en la medición de corriente se detectan comparando las señales de dos canales de medición de corriente y, si la diferencia es mayor que un límite específico, se dispara una desactivación. En este caso, el sistema no puede decidir qué corriente es utilizable para el control. La potencia de la asistencia de dirección ya no está presente, lo que es perturbador para el conductor. La patente europea EP 1.737.116 A1 desvela un aparato de control para un motor eléctrico en el que, incluso en caso de una anomalía, cuando la corriente no fluye por una fase del motor eléctrico o por un convertidor debido a una desconexión o similar, se hace fluir una corriente adecuada para la anomalía a través del motor eléctrico, y la salida del par motor puede continuar. Sin embargo, este método no funciona en caso de falla de la medición de corriente de todas las fases, lo que resulta una desventaja; el sistema se desactiva provocando la pérdida de la asistencia de dirección.

25 La patente de Estados Unidos n.º 2008/0309270 A1, sobre la que se basan los preámbulos de las reivindicaciones 1 y 8, desvela un mecanismo electromecánico de dirección asistida de un vehículo a motor para asistir a la dirección de un vehículo a motor confiriéndole par generado por un motor eléctrico a un mecanismo de dirección, comprendiendo el mecanismo un controlador de dirección que recibe señales representativas de al menos la velocidad del vehículo y el par aplicado a un volante y una señal de posición de rotor para determinar un par motor objetivo, un controlador de motor que recibe el par motor objetivo del controlador de dirección y lo transfiere a tensiones objetivo expresadas en un sistema de coordenadas fijo al estator y a un dispositivo de accionamiento de motor que transforma las tensiones objetivo en corrientes de motor, al menos una unidad de medición de corriente que mide las corrientes de motor, una unidad de estimación de corriente que estima las corrientes objetivo y una unidad de diagnóstico que compara las corrientes objetivo estimadas con las corrientes medidas, que se transforman de las corrientes de motor medidas a un sistema bidimensional de coordenadas d-q de un sistema bidimensional de referencia en rotación fijo al rotor del motor con el fin de identificar y remediar las fallas de corriente.

40 Un objetivo de la presente invención es el de proporcionar un mecanismo electromecánico de dirección asistida de un vehículo a motor con un mecanismo de control más sólido y más confiable que suministre corriente al motor eléctrico incluso en caso de falla de la medición de corriente.

45 Este objetivo se logra con un mecanismo electromecánico de dirección asistida de un vehículo a motor que tiene las características de la reivindicación 1. Realizaciones ventajosas de la invención se desvelan en las reivindicaciones 2 a 7.

50 Por consiguiente, se proporciona un mecanismo electromecánico de dirección asistida de un vehículo a motor para asistir a la dirección de un vehículo a motor confiriendo par generado por un motor eléctrico a un mecanismo de dirección, comprendiendo el mecanismo:

- un controlador de dirección que recibe señales representativas de al menos la velocidad v del vehículo y el par P_{TS} aplicado a un volante y una señal de posición del rotor para derivar un par motor P_d objetivo,
- un controlador de motor que recibe el par motor P_d objetivo desde el controlador de dirección y lo transfiere a tensiones objetivo $U_{\alpha d}$, $U_{\beta d}$ expresadas en un sistema de coordenadas fijo al estator y
- un dispositivo de accionamiento de motor que transforma las tensiones objetivo $U_{\alpha d}$, $U_{\beta d}$ en corrientes de motor I_U, I_V, I_W ,
- 60 - al menos una unidad de medición de corriente que mide las corrientes de motor I_U, I_V, I_W ,

en el que el mecanismo comprende, además, una unidad de estimación de corriente que estima las corrientes objetivo $I_{d_{est}}, I_{q_{est}}=I_{1,est}$ y una unidad de diagnóstico que compara las corrientes objetivo $I_{d_{est}}, I_{q_{est}}=I_{1,est}$ con la corriente medida $I_{q1}, I_{d1}=I_1$ y/o la corriente medida $I_{q2}, I_{d2}=I_2$, que se transforman de las corrientes de motor medidas $I_{U1}, I_{V1}, I_{W1}, I_{U2}, I_{V2}, I_{W2}$ al sistema bidimensional de coordenadas d-q de un sistema bidimensional de referencia en rotación $I_{d_{est}}, I_{q_{est}}=I_1$ fijo al rotor del motor con el fin de identificar y corregir las fallas que se presenten, el mecanismo comprende

una unidad de transformación de coordenadas que transforma las corrientes de motor medidas $I_{U1}, I_{V1}, I_{W1}, I_{U2}, I_{V2}, I_{W2}$ en corrientes medidas $I_{q1}, I_{d1}=I1, I_{q2}, I_{d2}=I2$ expresadas en el sistema bidimensional de coordenadas d-q, y la unidad de estimación de corriente comprende una unidad de modelo de motor 16, que se alimenta con las tensiones estimadas $U_{Uest}, U_{Vest}, U_{West}$ sobre la base de las tensiones U_U, U_V, U_W producidas por el convertidor. Las señales de corriente estimadas ayudan a decidir si al menos una medición de corriente es errónea. Si al menos una medición de corriente deja de operar debido a un error de causa común, la otra unidad de medición de corriente puede proporcionar una dirección asistida. Si ambas unidades de medición dejan de operar debido a un error de causa común, se usa la señal estimada para que el control proporcione un modo degradado temporal ("limp aside"). La unidad de diagnóstico puede comportarse como control de realimentación de corriente, realimentando una corriente real en el bucle principal del circuito de control del motor.

De acuerdo con la invención, las corrientes del motor $I_{U1}, I_{V1}, I_{W1}, I_{U2}, I_{V2}, I_{W2}$ se miden en el sistema de coordenadas U-V-W y se las transforma en el sistema de coordenadas d-q, en el que se expresan como corrientes de motor $I_{q1}, I_{d1}=I1, I_{q2}, I_{d2}=I2$ medidas. Se compara esas corrientes de motor $I_{q1}, I_{d1}=I1, I_{q2}, I_{d2}=I2$ medidas transformadas con las corrientes objetivo estimadas $I_{dest}, I_{qest}=I1, I_{dest}, I_{qest}=I1, I_{dest}$ que se proporcionan en el sistema de coordenadas d-q en rotación por medio de la unidad de estimación de corriente. De acuerdo con la invención, el mecanismo comprende una unidad de transformación de coordenadas, transformando las corrientes de motor medidas $I_{U1}, I_{V1}, I_{W1}, I_{U2}, I_{V2}, I_{W2}$ en corrientes medidas $I_{q1}, I_{d1}=I1, I_{q2}, I_{d2}=I2$ expresadas en el sistema bidimensional de coordenadas d-q. Dicha unidad de transformación de coordenadas convierte, es decir, transforma, los valores de corriente de motor $I_{U1}, I_{V1}, I_{W1}, I_{U2}, I_{V2}, I_{W2}$ tal cual se los mide en el sistema de coordenadas U-V-W, en expresiones de valor de corriente de motor $I_{q1}, I_{d1}=I1, I_{q2}, I_{d2}=I2$ expresadas en el sistema de coordenadas d-q. La comparación entre las corrientes objetivo estimadas $I_{dest}, I_{qest}=I1, I_{dest}$ y las corrientes de motor medidas $I_{q1}, I_{d1}=I1, I_{q2}, I_{d2}=I2$, se realiza mediante la unidad de diagnóstico en el sistema de coordenadas d-q. Al usar el sistema de coordenadas d-q, es posible comparar, en cualquier momento, las corrientes estimadas $I_{dest}, I_{qest}=I1, I_{dest}$ con la corriente de motor medida redundante $I_{q1}, I_{d1}=I1$ y, de desearse, con la corriente de motor medida $I_{q2}, I_{d2}=I2$. El uso de dos corrientes de motor medidas redundantes $I1, I2$ aumenta el estado de seguridad ante fallas y permite mejorar la seguridad de los diagnósticos. Ventajosamente, el dispositivo de accionamiento de motor comprende un convertidor que transforma las tensiones $U_{\alpha d}, U_{\beta d}$ en las tensiones trifásicas $U_U, U_V, U_W=U2$. De acuerdo con la invención, la unidad de estimación de corriente comprende una unidad de modelo de motor, que se alimenta con las tensiones estimadas $U_{Uest}, U_{Vest}, U_{West}$ sobre la base de las tensiones U_U, U_V, U_W producidas por el convertidor y que comprende, preferentemente, una transformación de coordenadas que transforma las corrientes de motor estimadas en un sistema bidimensional de referencia en rotación (d-q) fijo al rotor del motor I_{dest}, I_{qest} . En una realización de preferencia, el modelo de motor usa al menos la velocidad angular de rotación ω y las tensiones $U_{Uest}, U_{Vest}, U_{West}$ como parámetros de entrada sin la temperatura de los enrollados T_{enr} estimada. En una realización de mayor preferencia, la unidad de estimación de corriente tiene al menos la velocidad angular de rotación ω del rotor y las tensiones estimadas $U_{Uest}, U_{Vest}, U_{West}$ y la temperatura de los enrollados T_{enr} estimada como parámetros de entrada. La temperatura de los enrollados T_{enr} estimada puede calcularse sobre la base de las tensiones y/o corrientes medidas que son ingresadas al motor en un pasado reciente. Un pasado reciente es un período de tiempo que, preferiblemente, está comprendido entre 0,1 y 60 segundos antes del inicio de la transformación de coordenadas. Además, se prefiere que el período de tiempo para estimar la temperatura de los enrollados esté comprendida entre 60 segundos y 5 minutos en el pasado.

Ventajosamente, el mecanismo comprende dos unidades de medición de corriente redundante. De esta manera, la señal estimada se usa para decidir si una de las unidades de medición de corriente incurre en error y de cuál de ellas se trata. La señal utilizable se usa para control. Puede mantenerse la asistencia de la dirección.

En una realización de preferencia, el dispositivo de accionamiento de motor comprende una sola derivación que usa dos amplificadores operativos independientes para reconstruir las corrientes de motor.

Se prefiere que el dispositivo de accionamiento de motor comprenda dos derivaciones, cada una en una línea, para reconstruir las corrientes del motor I_U, I_V, I_W .

El objetivo de la presente invención se logra, en forma adicional, mediante un método para controlar la realimentación de corriente que tiene las características de la reivindicación 9.

Por consiguiente, se proporciona un método para controlar la realimentación de corriente en un mecanismo electromecánico de dirección asistida de un vehículo a motor, comprendiendo dicho método las etapas de:

- recibir al menos señales representativas de la velocidad v del vehículo y el par P_{Ts} aplicado al volante 3 y a una señal de posición del rotor,
- determinar, sobre la base de las señales recibidas, un par motor objetivo P_d ,
- transferir el par motor objetivo P_d a tensiones objetivo $U_{\alpha d}, U_{\beta d}$ expresadas en un sistema de coordenadas fijo al estator y

- transformar las tensiones objetivo $U_{\alpha d}$, $U_{\beta d}$ en corrientes de motor I_U, I_V, I_W ,
 - medir las corrientes de motor en al menos una unidad de medición de corriente,
- 5
- estimar las corrientes objetivo $I_{dest}, I_{qest}=I_{1,est}$ en una unidad de estimación de corriente,
 - comparar las corrientes estimadas objetivo $I_{dest}, I_{qest}=I_{1,est}$ con las corrientes de motor $I_{U1}, I_{V1}, I_{W1}, I_{U2}, I_{V2}, I_{W2}$ medidas en una unidad de diagnóstico,
- 10
- realimentar una corriente de motor $I_{q,fb}: I_{d,fb}=I_2$ real en el bucle principal,

en el que la unidad de estimación de corriente comprende una unidad de modelo de motor, que se alimenta con tensiones estimadas $U_{Uest}, U_{Vest}, U_{West}$ sobre la base de las tensiones U_U, U_V, U_W producidas por el convertidor, y la velocidad angular de rotación ω del rotor, las tensiones estimadas $U_{Uest}, U_{Vest}, U_{West}$ sobre la base de las tensiones $U_{\alpha d}, U_{\beta d}$ objetivo y la temperatura de los enrollados T_{enr} estimada son los parámetros de entrada para la unidad de modelo de motor.

15

En una realización ventajosa, el mecanismo comprende dos unidades de medición de corriente redundante.

20 Abajo, se describe una realización como ejemplo de la presente invención con ayuda de los dibujos. En todas las figuras, las mismas referencias indican los mismos componentes o componentes funcionalmente similares.

La Figura 1 muestra un mecanismo electromecánico de dirección asistida en una ilustración esquemática;

25 la Figura 2 es un diagrama de bloques que muestra una estructura eléctrica del aparato de dirección asistida eléctrica;

la Figura 3 es otro diagrama de bloques que muestra el circuito de la Figura 2 en detalle; y

30 la Figura 4 muestra únicamente la ilustración esquemática de un convertidor.

La Figura 5 muestra otra ilustración esquemática del convertidor.

En la Figura 1, se ilustra esquemáticamente un mecanismo electromecánico de dirección asistida 1 con un eje de la dirección 2 conectado a un volante 3 para que lo opere el conductor. El eje de la dirección 2 está acoplado a una cremallera 5 a través de un piñón 6. Las varillas de la cremallera 4 están conectadas a la cremallera 5 y a ruedas directrices 30 del vehículo a motor. Una rotación del eje de la dirección 2 provoca un desplazamiento axial de la cremallera 5 mediante el piñón 6 que está conectado al eje de la dirección 2 de una manera resistente a la torsión. Para proporcionar asistencia de la dirección, un motor eléctrico 7 montado a un lado del receptáculo acciona un mecanismo de rosca de bolas 8 mediante una cinta de caucho dentada 9. Se proporciona asistencia de energía eléctrica a través de un controlador de dirección 10 y un accionador de asistencia de energía 11 que comprende el motor eléctrico 7 y un controlador de motor 12. El controlador de dirección 10 del ejemplo recibe señales representativas de la velocidad v del vehículo y el par P_{TS} aplicado al volante por parte del operario del vehículo. Además, mientras el rotor del motor eléctrico 7 gira, se generan señales de posición del rotor dentro del motor eléctrico 7 y se las proporciona al controlador de dirección 10. En respuesta a la velocidad v del vehículo, el par P_{TS} de operador y la señal de posición del rotor, el controlador 10 determina el par motor objetivo P_d y proporciona la señal a través del controlador del motor 12, en el que se calculan las corrientes del motor mediante modulación por ancho de pulsos (MAP). El motor eléctrico 7 es un motor de excitación de imán permanente.

35

40

45

La Figura 2 muestra un diagrama de bloques de la estructura eléctrica del aparato de dirección asistida eléctrica. El controlador de dirección 10 recibe señales representativas de la velocidad v del vehículo y el par P_{TS} aplicado a un volante por el operario del vehículo y determina el par motor objetivo P_d . Este par P_d se alimenta al controlador del motor 13 que determina la entrada de tensión para la MAP y el dispositivo de accionamiento de motor 14 genera, a través de la MAP, las corrientes de motor $I_U, I_V, I_W=I_1$. Por ende, el motor 7 genera un par P que compensa el par P_{TS} de operador. Se calculan las corrientes estimadas $I_{1,est}$ en una unidad de estimación de corriente 15 a través de las tensiones U_2 determinadas por el controlador del motor 13 y una unidad de modelo de motor 16. Una unidad de diagnóstico 17 recibe las corrientes estimadas $I_{1,est}$, el ángulo de motor medido ϕ_m del sensor de posición del rotor 31 (sensor PR) y las corrientes de motor $I_{1,1}, I_{1,2}$ redundantemente medidas, cada una medida por una unidad de medición de corriente 18, 19 y se comparan las corrientes de motor estimadas $I_{1,est}$ con las corrientes de motor $I_{1,1}, I_{1,2}$ medidas. Si se detecta una falla en una de las unidades de medición de corriente, la unidad de medición de corriente exenta de error puede alimentar la asistencia de la dirección. Para este fin, se realimenta una corriente 12 en el bucle principal del controlador de motor 13 como control de realimentación de corriente.

50

55

60

La estructura eléctrica del aparato 1 de dirección asistida eléctrica se muestra en detalle en la Figura 3. Sobre la base del par motor objetivo P_d , se determinan las corrientes objetivo $I_{d,d}$ y $I_{q,d}$ mediante un controlador PI 20 y una

65

unidad 21. Las corrientes objetivo $I_{d,d}$ y $I_{q,d}$ son responsables de la determinación de condiciones de tensión del motor y del par motor. Estas se expresan en el sistema de referencia en rotación (d-q) fijo al rotor del motor 7. Las corrientes objetivo $I_{d,d}$ y $I_{q,d}$ se transfieren luego mediante controladores de corriente 22, 23 a tensiones objetivo $U_{q,d}$, $U_{d,d}$. Después de esto, una transformación de coordenadas 24 convierte el sistema bidimensional de coordenadas d-q en rotación en un sistema de coordenadas $U_{\alpha d}$, $U_{\beta d}$ fijo al estator. En la etapa siguiente, el convertidor 25 transforma las tensiones en el sistema tridimensional de coordenadas del motor 7 y los sensores transforman las tensiones en corrientes de motor I_U, I_V, I_W . Para el control de realimentación de corriente, las corrientes de motor I_U, I_V, I_W se miden en forma redundante en dos unidades de medición de corriente 18, 19. En una unidad de transformación de coordenadas 260, se transforman las corrientes medidas I_{U1}, I_{V1}, I_{W1} , I_{U2}, I_{V2}, I_{W2} , es decir, se convierten en el sistema bidimensional de coordenadas d-q de rotación y se alimentan en la unidad de diagnóstico 17. Las tensiones de salida U_U, U_V, U_W del convertidor 25 se transmiten a la unidad de estimación de corriente 15 y se transforman en tensiones estimadas $U_{Uest}, U_{Vest}, U_{West}$ y luego, se alimentan a la unidad de modelo de motor 16. La unidad de modelo de motor 16 determina, a partir de la velocidad angular en rotación ω del rotor, las tensiones estimadas $U_{Uest}, U_{Vest}, U_{West}$, la temperatura de los enrollados T_{enr} estimada y posiblemente, también el ángulo de motor φ una corriente estimada $I_{1,est}$. Además, se lleva a cabo una transformación de coordenadas 16' en la unidad de modelo de motor 16 para producir una corriente estimada $I_{dest}, I_{qest} = I_{1,est}$, en la que la corriente estimada se expresa en el sistema de referencia en rotación (d-q) fijo al rotor del motor 7. La corriente estimada $I_{dest}, I_{qest} = I_{1,est}$ se transmite a la unidad de diagnóstico 17. La unidad de diagnóstico 17 compara la corriente estimada $I_{1,est}$ con las corrientes medidas $I_{d1}, I_{q1}, I_{d2}, I_{q2}$. El sensor PR 31 mide el ángulo de motor φ_m y transmite esta información al controlador de motor 13 y la unidad de transformación de coordenadas 260 en el bucle de realimentación con el fin de determinar la corriente real $I_{q,fb}, I_{d,fb} = I_2$.

La corriente estimada $I_{1,est}$ representa una corriente objetivo a partir de la cual la unidad de diagnóstico 17 puede determinar si se produjo un error durante el cálculo de corriente entre el controlador de motor 13 y el convertidor 25. La unidad de diagnóstico 17 compara las corrientes estimadas $I_{1,est}$, recibidas de la unidad de modelo de motor 16, y las dos corrientes medidas $I_{d1,q1}$ y $I_{d2,q2}$ de las unidades de medición de corriente 18, 19. Si se detecta una falla en una de las unidades de medición de corriente 18, 19, la asistencia de la dirección puede llevarse a cabo con la señal de la unidad de medición de corriente 18, 19, exenta de error. Con este fin, se realimenta una corriente 12 en el bucle principal del circuito de control de motor detrás del controlador PI 20 y la unidad 21 como control de realimentación de corriente. En caso de que ambas unidades de medición de corriente 18, 19, fallen, puede mantenerse la asistencia de la dirección durante un cierto tiempo realimentando una corriente real 12 sobre la base de la corriente estimada $I_{1,est}$.

Tal como lo muestra la Figura 4, se acciona el servomotor mediante la unidad de control a través de un conjunto de MOSFET 26, en el que se proporcionan seis MOSFET 26 en total con enrollamientos de tres fases. Cada MOSFET 26 conmuta el enrollamiento de fase asignada U, V, W a la tensión de la fuente de alimentación de a bordo o potencial a tierra. Esto se produce a una frecuencia alta para que el valor de tensión temporal actúe como tensión eficaz en los enrollamientos de fase U, V, W. Se implementan dos derivaciones 27 sobre cada hilo para calcular las corrientes de motor. La señal de salida 1001 se transmite al interior de las unidades de medición de corriente 18, 19. Asimismo, es posible, tal como lo muestra la Figura 5, implementar una sola derivación 27 sobre un hilo para calcular las corrientes de motor.

La presente invención proporciona un mecanismo electromecánico de dirección asistida de un vehículo a motor con un aparato de control, que suministra corriente al motor eléctrico incluso en caso de falla de las unidades de medición de corriente. Se usa una señal estimada para decidir qué canal de medición de corriente es erróneo, mientras puede mantenerse la asistencia con la señal restante. Si ambas señales fallan, entonces se usa el valor estimado para una asistencia de dirección en modo degradado temporal ("limp aside"), haciendo posible la conducción del vehículo hasta un lugar seguro. La presente invención aumenta la solidez del sistema de dirección.

REIVINDICACIONES

1. Un mecanismo electromecánico de dirección asistida (1) de un vehículo a motor para asistir a la dirección de un vehículo a motor confiriendo par generado por un motor eléctrico (7) a un mecanismo de dirección, comprendiendo el mecanismo (1):
- un controlador de dirección (10) que recibe señales representativas de al menos la velocidad del vehículo (v) y el par (P_{TS}) aplicado a un volante (3) y una señal de posición del rotor para determinar un par motor objetivo (P_d),
 - un controlador de motor (13) que recibe el par motor objetivo (P_d) desde el controlador de dirección (10) y lo transfiere a tensiones objetivo ($U_{\alpha d}$, $U_{\beta d}$) expresadas en un sistema de coordenadas fijo al estator y
 - un dispositivo de accionamiento de motor (14) que transforma las tensiones objetivo ($U_{\alpha d}$, $U_{\beta d}$) en corrientes de motor (I_U , I_V , I_W),
 - al menos una unidad de medición de corriente (18, 19) que mide las corrientes de motor (I_U , I_V , I_W), comprendiendo el mecanismo (1), además, una unidad de estimación de corriente (15) que estima las corrientes objetivo ($I_{dest}, I_{qest}=I_{1,est}$) y una unidad de diagnóstico (17) que compara las corrientes objetivo estimadas ($I_{dest}, I_{qest}=I_{1,est}$) con corrientes medidas ($I_{q1}, I_{d1}=I1$, $I_{q2}, I_{d2}=I2$), que se transforman de las corrientes de motor medidas (I_{U1} , I_{V1} , I_{W1} , I_{U2} , I_{V2} , I_{W2}) a un sistema bidimensional de coordenadas d-q de un sistema bidimensional de referencia en rotación (I_{dest} , $I_{qest}=I1$) fijo al rotor del motor (7) con el fin de identificar y remediar las fallas existentes,
- caracterizado por que** el mecanismo (1) comprende una unidad de transformación de coordenadas (260), que transforma las corrientes de motor medidas (I_{U1} , I_{V1} , I_{W1} , I_{U2} , I_{V2} , I_{W2}) en corrientes medidas ($I_{q1}, I_{d1}=I1$, $I_{q2}, I_{d2}=I2$) expresadas en el sistema bidimensional de coordenadas d-q, y la unidad de estimación de corriente (15) comprende una unidad de modelo de motor (16), que se alimenta con las tensiones estimadas (U_{Uest} , U_{Vest} , U_{West}) sobre la base de las tensiones (U_U , U_V , U_W) producidas por un convertidor (25) comprendido en el dispositivo de accionamiento de motor (14).
2. El mecanismo electromecánico de dirección asistida (1) de un vehículo a motor de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el convertidor (25) transforma las tensiones objetivo ($U_{\alpha d}, U_{\beta d}$) en tensiones trifásicas (U_U , U_V , $U_W=U2$).
3. El mecanismo electromecánico de dirección asistida (1) de un vehículo a motor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el mecanismo (1) comprende dos unidades de medición de corriente redundante (18, 19).
4. El mecanismo electromecánico de dirección asistida (1) de un vehículo a motor de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** la unidad de modelo de motor (16) comprende una transformación de coordenadas (16') que transforma las corrientes de motor estimadas en un sistema bidimensional de referencia en rotación (I_{dest} , $I_{qest}=I1$) fijo al rotor del motor (7).
5. El mecanismo electromecánico de dirección asistida (1) de un vehículo a motor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** la velocidad angular de rotación (ω) del rotor y las tensiones objetivo estimadas (U_{Uest} , U_{Vest} , U_{West}) y la temperatura de los enrollados (T_{enr}) estimada son al menos parámetros de entrada para la unidad de modelo de motor (16).
6. El mecanismo electromecánico de dirección asistida (1) de un vehículo a motor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el dispositivo de accionamiento de motor (14) comprende dos derivaciones para reconstruir las corrientes de motor (I_U , I_V , I_W).
7. El mecanismo electromecánico de dirección asistida (1) de un vehículo a motor según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la unidad de diagnóstico (17) se comporta como control de realimentación de corriente, realimentando una corriente real (12) en el bucle principal del circuito de control del motor.
8. Método para controlar la realimentación de corriente en un mecanismo electromecánico de dirección asistida (1) de un vehículo a motor, comprendiendo dicho método las etapas de:
- recibir al menos señales representativas de la velocidad (v) del vehículo y el par (P_{TS}) aplicado al volante (3) y una señal de posición del rotor,
 - determinar, sobre la base de las señales recibidas, un par motor (P_d) objetivo, transfiriendo un par motor objetivo (P_d) a tensiones objetivo ($U_{\alpha d}$, $U_{\beta d}$) expresadas en un sistema de coordenadas fijo al estator, y
 - transformar las tensiones objetivo ($U_{\alpha d}$, $U_{\beta d}$) en corrientes de motor (I_U , I_V , I_W),
 - medir las corrientes de motor en al menos una unidad de medición de corriente (18, 19),
- estimar las corrientes objetivo ($I_{dest}, I_{qest}=I_{1,est}$) en una unidad de estimación de corriente (15),
 - comparar las corrientes objetivo estimadas ($I_{dest}, I_{qest}=I_{1,est}$) con las corrientes de motor (I_{U1}, I_{V1}, I_{W1} , I_{U2}, I_{V2}, I_{W2}) medidas en una unidad de diagnóstico (17), realimentando una corriente de motor ($I_{q,fb}, I_{d,fb}=I2$) real en el bucle principal,

caracterizado por que:

- 5 la unidad de estimación de corriente (15) comprende una unidad de modelo de motor (16), que se alimenta con tensiones estimadas (U_{Uest} , U_{Vest} , U_{West}) sobre la base de las tensiones (U_U , U_V , U_W) producidas por un convertidor (25) asociado a un dispositivo de accionamiento de motor (14) del mecanismo de dirección asistida (1), y la velocidad angular de rotación (ω) del rotor, las tensiones estimadas (U_{Uest} , U_{Vest} , U_{West}) sobre la base de las tensiones objetivo ($U_{\alpha d}$, $U_{\beta d}$) y la temperatura de los enrollados (T_{enr}) estimada son parámetros de entrada para la unidad de modelo de motor (16).
- 10 9. Método para controlar la realimentación de corriente de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado por que** el mecanismo (1) comprende dos unidades de medición de corriente redundante (18, 19).

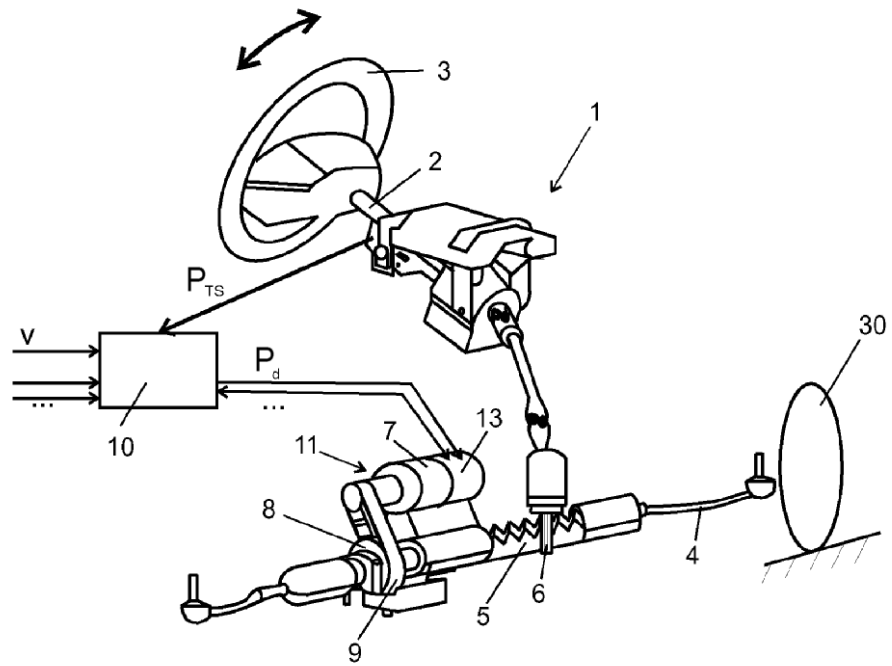


Fig. 1

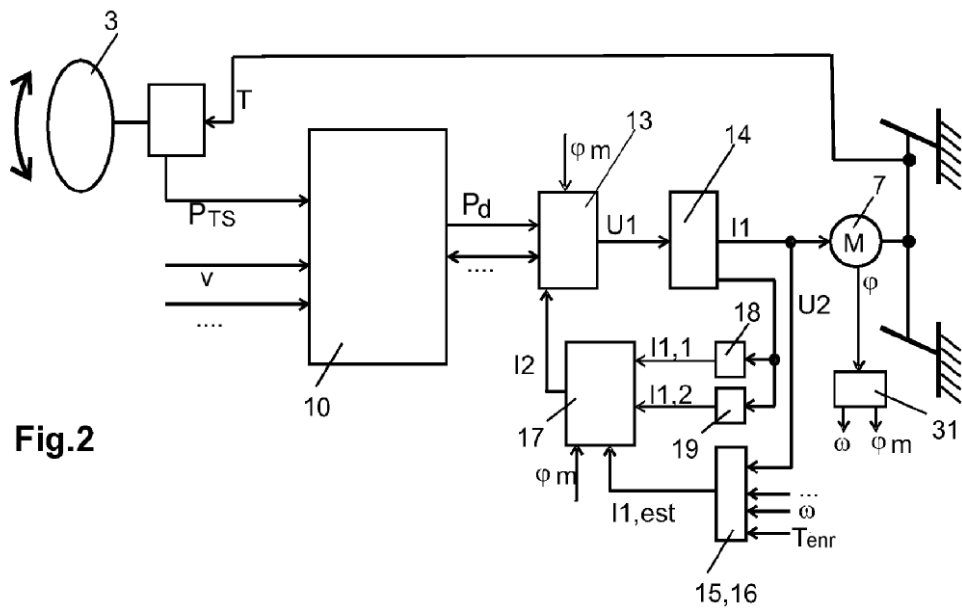


Fig.2

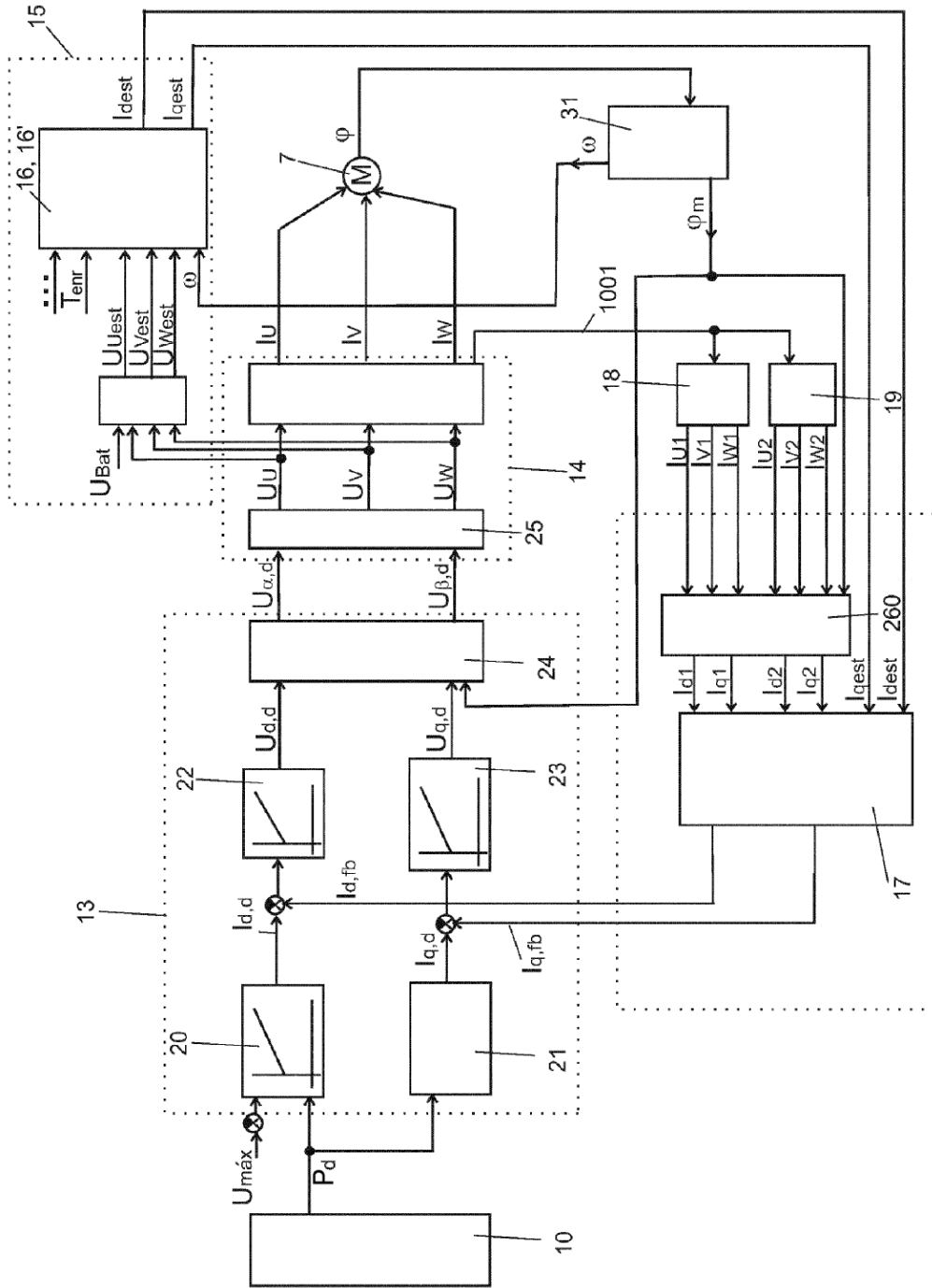


Fig.3

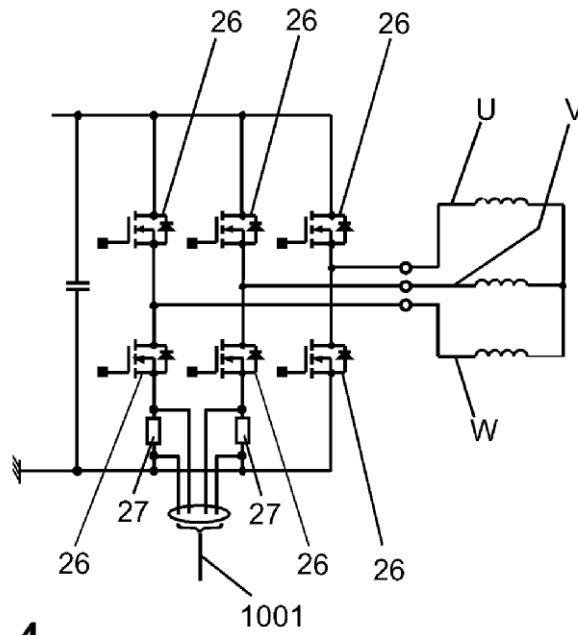


Fig. 4

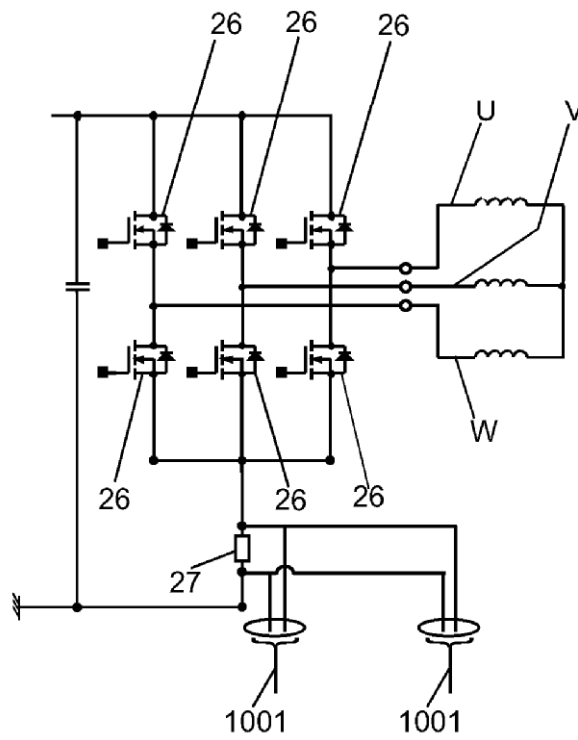


Fig. 5