

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 379 105**

51 Int. Cl.:
H02P 23/12 (2006.01)
H02P 7/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07109083 .1**
96 Fecha de presentación: **29.05.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **1879289**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.01.2008**

54 Título: **Determinación del ángulo de rotación de un motor eléctrico**

30 Prioridad:
12.07.2006 DE 102006032192

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.04.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.04.2012

73 Titular/es:
**ROBERT BOSCH GMBH
POSTFACH 30 02 20
70442 STUTTGART, DE**

72 Inventor/es:
**Brosche, Thomas;
Heimbürger, Stefan;
Krueger, Hartmut;
Selinger, Joachim y
Bitzer, Matthias**

74 Agente/Representante:
Carvajal y Urquijo, Isabel

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

ES 2 379 105 T3

DESCRIPCIÓN

Determinación del ángulo de rotación de un motor eléctrico

Estado de la técnica

5 La presente invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo para determinar el ángulo de rotación de un motor eléctrico.

Manifiesto de la invención

10 Para determinar la posición de motores de corriente continua conmutados mecánicamente se usan normalmente sensores Hall. Otros procedimientos se basan en un conteo del rizado que se produce a causa del proceso de conmutación mecánico en la señal de corriente del motor. Estos procedimientos de conteo del rizado se describen por ejemplo en los documentos DE 100 28 033, DE 100 28 035 a DE 100 28 041 y en el documento US 20030111996. Aquí se separan de la mejor manera posible los rizados causados por conmutación mediante filtrado (paso alto, paso bajo, paso banda), antes del verdadero conteo, de la señal de corriente.

15 En el documento DE 197 29 238 C1 se propone un procedimiento que, con ayuda de un modelo de estado de motor, de un detector de rizado y de una unidad de valoración post-conectada, establece el número de revoluciones del motor y de aquí la posición del motor o del actuador. El número de revoluciones se determina aquí de la separación temporal de los procesos de conmutación reconocidos y se compara con el número de revoluciones estimado con base en el modelo de estado de motor. La unidad de valoración establece después el valor del número de revoluciones en cada caso probable y, a partir del valor del número de revoluciones mediante integración respecto al tiempo de medición, el ángulo de rotación.

20 Del documento DE 199 25 327 A1 se conoce un procedimiento para la vigilancia y el control electrónicos de un proceso para graduar piezas móviles, en especial ventanas y techos corredizos de un vehículo de motor, para garantizar una protección contra aprisionamiento. Éste presenta al menos los siguientes pasos: alimentación de magnitudes inicial y salida características del proceso hasta una instalación de reconocimiento, localización y optimización de magnitudes de proceso normales de un modelo archivado en la instalación de reconocimiento y que describe el proceso, valoración de los parámetros normales mediante la comparación con magnitudes de proceso archivadas en la instalación de reconocimiento, establecimiento de una magnitud de corrección para el proceso en función de la comparación, y participación en el proceso mediante la alimentación de la magnitud de corrección establecida al proceso.

30 El documento WO2006/069635 da a conocer un procedimiento para establecer la posición de una unidad de ajuste accionada por un motor eléctrico, en el que se determina un número de revoluciones de motor a partir de un modelo de motor, el número de revoluciones se integra respecto a un espacio de tiempo y se determina la posición de la unidad de ajuste mediante la multiplicación del resultado de la integración por un factor de proporcionalidad. En el momento de desconexión el modelo de motor tiene en cuenta una marcha en inercia del motor eléctrico.

35 El documento EP 1 659 683 A1 da a conocer un procedimiento para establecer una parte alterna de una corriente de un motor de corriente continua, provocada por un proceso de conmutación, en donde el procedimiento comprende una medición de la corriente, una estimación de una parte de corriente continua de la corriente y un establecimiento de una diferencia entre la parte de corriente continua estimada y la corriente medida.

40 Asimismo se conocen de la técnica de regulación y de la teoría de sistemas procedimientos de estimación de estado apoyados por modelos, con los que pueden estimarse los estados del modelo dinámico de un tramo de regulación (por ejemplo motor DC). De este modo el documento WO 2006/069635 A3 se refiere a un procedimiento para establecer la posición de una unidad de ajuste accionada por un motor eléctrico, en el que se determina un número de revoluciones del motor a partir de un modelo de motor, el número de revoluciones se integra respecto a un espacio de tiempo y la posición de la unidad de ajuste se determina mediante la multiplicación del resultado de la integración por un factor de proporcionalidad. En el momento de desconexión el modelo de motor tiene en cuenta una marcha en inercia del motor eléctrico. Los procedimientos de este tipo reciben el nombre de observadores (observadores de estado o de Luenberger) o filtros (filtro Kalman).

50 Por ello la tarea que se ha impuesto la presente invención consiste en determinar con más precisión la posición del ángulo de rotación de un motor eléctrico con base en valores de medición para la señal de corriente del motor, es decir de una corriente de inducido, y/o la señal de tensión del motor, es decir de una tensión entre bornes, o bien corregir y/o inicializar una determinación, realizada con base en la señal de corriente del motor y/o la señal de tensión del motor, de la posición del ángulo de rotación del motor eléctrico.

El procedimiento conforme a la invención para determinar un ángulo de rotación de un motor eléctrico se realiza mediante la determinación de un ángulo de rotación inversa del motor eléctrico después de su desconexión, con base en una señal de corriente del motor y una señal de tensión del motor con los pasos:

5 - detección de un segundo paso por cero de la señal de corriente del motor después de la desconexión del motor eléctrico, y

- determinación del ángulo de rotación inversa mediante una valoración basada en modelo de la señal de corriente del motor y de la señal de tensión del motor, en donde se define un inicio de la rotación inversa después del segundo paso por cero de la señal de corriente del motor después de la desconexión del motor eléctrico.

10 El dispositivo conforme a la invención para determinar un ángulo de rotación de un motor eléctrico presenta, de forma correspondiente,

- una lógica de medición para detectar un segundo paso por cero de la señal de corriente del motor y de la señal de tensión del motor después de la desconexión del motor eléctrico, y

15 - un observador para determinar el ángulo de rotación inversa mediante una valoración basada en modelo de la señal de corriente del motor y de la señal de tensión del motor, en donde se define un inicio del rotación inversa después del segundo paso por cero de la señal de corriente del motor, después de la desconexión del motor eléctrico.

20 En procedimientos conocidos para determinar el ángulo de rotación se lleva a cabo una determinación angular mediante la valoración de los procesos de conmutación en la señal de corriente. Normalmente pueden extraerse estos procesos de conmutación de la señal de corriente sólo para un funcionamiento del motor con mayores números de revoluciones y pueden comprobarse, en el caso de números de revoluciones muy bajos, de forma muy defectuosa o incluso nula en la señal de la corriente de inducido.

25 El comportamiento de rotación inversa del motor de corriente continua está caracterizado por movimientos rotatorios lentos y con fluencia. La problemática descrita con relación a la valoración de los procesos de conmutación no se produce en el procedimiento conforme a la invención y en el dispositivo conforme a la invención, ya que estos se basan en un procedimiento de estimación basado en modelo y por ello durante el estado de motor rotación inversa no dependen de la detección de los procesos de conmutación que se producen en la señal de corriente. Aparte de esto, la rotación inversa del motor está caracterizada por dos procesos de paso por cero y cambios de signo de la señal de corriente después de la desconexión, es decir, un rotación inversa del motor sólo tiene lugar si se produce un segundo paso por cero en la señal de corriente.

30 El procedimiento conforme a la invención y el dispositivo conforme a la invención detectan este paso por cero de la señal de corriente y comienzan, después del reconocimiento, con la estimación del ángulo de rotación inversa. El algoritmo conforme a la invención permite una determinación altamente precisa del ángulo de rotación inversa mediante una valoración basada en modelo de la señal de corriente y de tensión del motor. Por medio de esto se mejoran claramente la precisión y la robustez de una estimación de posición sin sensor (procedimiento SLC). Para el establecimiento del ángulo de rotación inversa no se requiere ninguna valoración del rizado de conmutación. 35 Mediante la determinación del ángulo de rotación inversa pueden calcularse efectos de rotación inversa, que se producen después de la desconexión del motor (a causa de por ejemplo pretensiones mecánicas en árboles, engranajes u otras estructuras accionadas por el motor), y de este modo puede llevarse a cabo, en especial también en el caso de procedimientos reducidos en cuanto a sensores llevarse a cabo, para determinar el ángulo de rotación, 40 una determinación de posición más precisa.

Para la determinación del ángulo de rotación inversa no se necesita ningún sensor angular adicional, incluyendo cables, enchufes y hardware para la valoración de señales. Por medio de esto se hace posible una reducción de los costes del sistema, como está previsto en un procedimiento SLC.

Las reivindicaciones subordinadas muestran perfeccionamientos preferidos de la invención.

45 El ángulo de rotación inversa se establece según la invención mediante un modelo de motor y/o un modelo de magnitudes perturbadoras, a partir de la señal de corriente del motor y de la señal de tensión del motor. El modelo de motor y/o el modelo de magnitudes perturbadoras están integrados de forma preferida en la parte de simulación de un observador y se optimizan a través de su función de observador, el llamado término de corrección.

50 Conforme a la invención en el modelo de motor y/o en el modelo de magnitudes perturbadoras se incluyen de forma preferida un engranaje, accionado por el motor eléctrico, y aplicaciones adyacentes al mismo.

Conforme a la invención se incluye de forma preferida, para determinar el ángulo de rotación inversa, un modelo de medición para un dispositivo de medición para la señal de corriente del motor y la señal de tensión del motor. Éste está integrado, en el caso del dispositivo conforme a la invención, también de forma preferida en el observador.

5 Según la invención, la determinación del ángulo de rotación inversa se inicia de forma preferida después de que se haya desconectado el motor eléctrico. Aquí presenta el dispositivo conforme a la invención de forma preferida una unidad de detección para determinar una desconexión del motor eléctrico y para el inicio subsiguiente de la determinación del ángulo de rotación inversa.

10 El procedimiento y el dispositivo según la invención se utilizan de forma preferida para detectar un ángulo de rotación de motor del motor eléctrico, determinado mediante la valoración de señales de los procedimientos de conmutación mecánicos en la señal de corriente del motor, para el caso de que se produzcan fenómenos de rotación inversa de los mismos, y para corregir y/o inicializar el ángulo de rotación de forma correspondiente al ángulo de rotación inversa real.

15 El procedimiento conforme a la invención y el dispositivo conforme a la invención están integrados de forma preferida en aparatos de control de asiento para asientos de automóvil o en aparatos de control para techos corredizos, elevallunas o ajustadores de flaps.

Descripción breve del dibujo o de los dibujos

20 Se deducen ventajas adicionales de la invención de la siguiente descripción del dibujo. En los dibujos se han representado a modo de ejemplo ejemplos de ejecución de la invención. Los dibujos, la descripción y las reivindicaciones contienen numerosas particularidades en combinación o designadas como ejemplo de ejecución preferido de la invención. El experto considerará las particularidades convenientemente también de forma aislada y/o las reunirá en otras combinaciones convenientes.

Aquí muestran:

la figura 1 una estructura básica de una forma de ejecución preferida del dispositivo del procedimiento según la invención,

25 la figura 2 una estructura del modelo de proyecto de observador conforme a la invención con modelo de motor y de magnitudes perturbadoras,

la figura 3 un diagrama en bloques para la estructura básica del procedimiento de estimación basado en modelo (algoritmo de observador o filtro) para determinar el ángulo de rotación inversa según la invención, y

30 la figura 4 una comparación en la señal medida y la estimada así como una comparación entre el ángulo de rotación inversa medido y el normalizado reconstruido.

Forma(s) de ejecución de la invención

35 En la figura 1 se ha representado la estructura básica de una forma de ejecución preferida del sistema conforme a la invención. El sistema se basa en la medición de la tensión que cae en el motor (tensión entre bornes), así como en la corriente que fluye en el motor (corriente de inducido). Para esto se miden en el motor 1 la tensión entre bornes U_M y la tensión U_R que cae a través de una resistencia Shunt 9 conectada en serie al motor 1. La tensión de alimentación para el motor U_{batt} se aplica a través del circuito serie formado por el motor 1 y la resistencia Shunt 9. La tensión entre bornes analógica U_M y la tensión U_R que cae a través de la resistencia Shunt 9 se amplifican en una unidad de detección 10, se filtran en paso bajo (filtro Anti-Aliasing), se digitalizan (conversión A/D) y se convierten en un pre-tratamiento en las señales digitalizadas tensión entre bornes U_M así como corriente de inducido I_m .

40 A continuación se valoran entonces las señales digitalizadas tensión entre bornes U_M y corriente de inducido I_m con ayuda del sistema conforme a la invención y, por medio de esto, se determina el ángulo de rotación del motor buscado Φ_e . El sistema conforme a la invención puede materializarse por ejemplo mediante un μC o un hardware específico adecuado (FPGA, ASIC, etc.), así como una estructura discreta. En la figura 1 se ha representado a modo de ejemplo el conexionado del motor, en caso de usarse solamente una resistencia Shunt 9, sin el conmutador necesario para la activación del motor 1 (relé, transistor, etc.). Un conexionado con ayuda de dos resistencias Shunt (no representadas), aplicadas en cada caso al borne de motor inferior y al superior y conectadas en serie al motor1, es igualmente posible, aunque no es esencial para el sistema conforme a la invención.

La forma de ejecución preferida del sistema conforme a la invención mostrada en la figura 1, para determinar el ángulo de rotación del motor buscado Φ_e , se compone fundamentalmente de un observador 3 y de una

determinación de ángulo erróneo 4. El observador 3 contiene un modelo de motor 2, cuyos parámetros, por ejemplo inductancia, resistencia, constante del motor, fricción y elasticidades de engranaje, se establecen con base en la tensión de motor digitalizada U_m y en la corriente de motor digitalizada I_m y, dado el caso, en una frecuencia angular estimada ω_e mediante una estimación de parámetros 8. Con ayuda del observador 3 se estiman a continuación los estados del motor 1, por ejemplo corriente I_b , frecuencia de rotación ω_b y el ángulo de rotación Φ_b y, dado el caso, también el momento de carga M_L y otros estados específicos de la aplicación. En el caso de una precisión suficiente del modelo de motor 2 o de los parámetros estimados, así como del conocimiento de todas las magnitudes inicial, el observador 3 puede funcionar también como simulador uro, es decir sólo con el modelo de motor 2 sin función de corrección conectada posteriormente del observador 3. Debido a que una estimación así de los estados del motor y de otros estados específicos de la aplicación puede encontrarse en la bibliografía técnica, por ejemplo O. Föllinger: Técnica de regulación: Introducción a los métodos y su aplicación, 8ª edición, Hüthig GmbH, Heidelberg, 1994, y H. Unbehauen, Técnica de Regulación, tomo 1: Procedimientos clásicos para el análisis y la síntesis de sistemas de regulación continuos lineales, sistemas de regulación Fuzzy, 12ª edición, Vieweg, 2002, así como en el documento DE 197 29 238 C1, ésta no se describe aquí con más detalle. Como magnitudes de realimentación para el observador pueden utilizarse aquí una o varias de las magnitudes de estado de la corriente de motor digitalizada I_m (medida), de la frecuencia estimada ω_e y del ángulo estimado Φ_e .

En una unidad de tratamiento de señales de corriente 5 se extrae la señal de rizado de corriente I_r , a través de procedimientos de filtrado adecuados.

Con ayuda de la señal de rizado de corriente I_r filtrada se lleva a cabo a continuación tanto una estimación de frecuencia mediante una unidad de estimación de frecuencias 7, que a su vez sirve de señal inicial para la estimación de parámetros llevada a cabo mediante la unidad de estimación de parámetros 8, como una determinación de ángulo erróneo en la unidad comparadora 4. Con ayuda de la determinación de ángulo erróneo se pretende establecer y a continuación corregir el error $\Delta\Phi_b = \Phi_b - \Phi$ del ángulo de rotación del motor Φ_b estimado por el observador, es decir la desviación entre el ángulo de rotación del motor estimado Φ_b mediante el modelo de motor 2 y el ángulo de rotación del motor real Φ . Para esto se valora la posición de fase del rizado de corriente provocado por los procesos de conmutación mecánicos. La unidad comparadora entrega después el ángulo estimado Φ_e corregido. La unidad comparadora 4 obtiene, para corregir y/o inicializar el ángulo estimado Φ_b , también el ángulo de rotación inversa Φ_{rueck} determinado según la invención por un segundo observador/filtro 21.

Para determinar el ángulo de rotación inversa de un motor DC se usa un procedimiento de estimación basado en modelo. Para esto pueden usarse procedimientos de observador (por ejemplo observadores de estado con estructura Luenberger) o procedimientos de filtrado alternativos (por ejemplo filtro Kalman). Ambas variantes de procedimiento citadas se componen de una parte de simulador y de un término de corrección. Para la parte de simulador se aplica un modelo dinámico del tramo (de regulación), es decir del motor DC. El término de corrección se compone de una comparación entre las magnitudes de medición corriente y tensión con las correspondientes magnitudes reconstruidas (con ayuda del procedimiento de estimación basado en modelo). Este ajuste constante entre magnitudes de medición y estimación permite la determinación con elevada precisión del ángulo de rotación inversa.

El modelo dinámico de un motor DC puede representarse mediante un sistema de ecuaciones diferenciales concentradas, de la forma siguiente:

ecuaciones diferenciales:

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{f}(\mathbf{x}, \mathbf{z}, \mathbf{u}), \quad t > 0,$$

condiciones iniciales:

$$\mathbf{x}(0) = \mathbf{x}_0,$$

con el vector de estado $\mathbf{x}$ de las magnitudes de modelo, los valores iniciales $\mathbf{x}_0$ del vector de estado, el vector $\mathbf{u}$ de las magnitudes inicial y el vector $\mathbf{z}$ de las magnitudes perturbadoras desconocidas. Por ejemplo, no se mide el momento de carga aplicado al motor en el dispositivo conforme a la invención y por ello se interpreta como magnitud perturbadora.

Las magnitudes de medición se describen mediante la ecuación de medición

ecuaciones diferenciales:

$$y_{\text{mess}} = h(x), \quad t \geq 0,$$

que representa un modelo para el dispositivo de medición. El momento de carga aplicado así como otras magnitudes perturbadoras que puedan darse se modelan con ayuda de un modelo de magnitudes perturbadoras dinámico, es decir un sistema de ecuaciones diferenciales de la forma

5 ecuaciones diferenciales:

$$\dot{z} = g(x, z), \quad t > 0,$$

condiciones iniciales:

$$z(t=0) = z_0$$

10 Como modelo completo, es decir modelo de motor DC combinado con modelo de magnitudes perturbadoras, se obtiene con ello un modelo de la forma:

ecuaciones diferenciales:

$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{z} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f(x, z, u) \\ g(x, z) \end{bmatrix}, \quad t > 0 \quad (*)$$

condiciones iniciales:

$$\begin{bmatrix} x(0) \\ z(0) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_0 \\ z_0 \end{bmatrix},$$

15 que se utiliza como modelo de proyecto de observador, véase la figura 2. En el modelo de motor así como en el de magnitudes perturbadoras utilizado se incluyen, dado el caso, también el engranaje accionado con ayuda del motor y aplicaciones adyacentes al mismo.

20 El algoritmo de estimación basado en modelo (observador o filtro 21) se proyecta con ayuda del modelo de proyecto de observador (*). El algoritmo para determinar el ángulo de rotación inversa es un algoritmo de estimación dinámico y tiene la forma principal

Ecuación diferencial: $\dot{\xi}(t) = \eta(\xi(t), u) + K(y_{\text{mess}}(t) - y_{\text{Beo}}(t)), \quad t > 0$

Condición inicial: $\xi(0) = \xi_0, \quad (**)$

Ecuación de medición: $y_{\text{Beo}}(t) = h_{\text{Beo}}(\xi(t)), \quad t \geq 0$

25 con la parte de simulación $\xi = \eta(\xi, u)$ y el término de corrección $K(y_{\text{mess}} - y_{\text{Beo}})$ 21b así como con $\xi = [x \ z]^T$ und $\eta = [f \ g]^T$. En el vector $y_{\text{mess}}(t)$ están contenidas con ello las magnitudes medidas realmente, y el vector $y_{\text{Beo}}(t)$ contiene las magnitudes correspondientes calculadas con el algoritmo de estimación dinámico, de forma correspondiente al modelo de medición k. El ángulo de rotación inversa se determina mediante la ecuación

$$\phi_{\text{rueck}}(t) = c^T \xi,$$

en donde $C=c^T$ representa la matriz de observación conocida de la técnica de regulación. En el procedimiento conforme a la invención, el momento $t=0$ caracteriza en las ecuaciones diferenciales (**) el inicio de la rotación inversa, que está caracterizado por el 2º paso por cero de la señal de corriente, véase la figura 4. Este paso por cero se detecta mediante una lógica integrada en la unidad de detección 10 y se activa el algoritmo de estimación del segundo observador 21.

En la figura 2 se ha reproducido la estructura de principio del modelo de proyecto de observador (*). Éste se compone del modelo de motor 2a para el motor de corriente continua, el modelo de magnitudes de observador 2b para tener en cuenta magnitudes perturbadoras que se produzcan así como el modelo de medición 2c. Si es necesario puede ampliarse el modelo para, por ejemplo, tener en cuenta influencias mecánicas en engranajes y estructuras.

El diagrama en bloques para la estructura básica del dispositivo conforme a la invención, para determinar el ángulo de rotación inversa, se muestra en la figura 3. Éste se compone de una parte de simulador 21a, del término de corrección 21b, de un modelo de medición 21c así como de una ecuación inicial 21d para el ángulo de rotación inversa estimado Φ_{rueck} . La parte de simulador 21a contiene una copia del modelo de proyecto de observador (*), al que se conecta posteriormente el término de corrección 21b proyectado. Con ayuda del término de corrección 21b se lleva a cabo una comparación constante entre medición y_{mess} y estimación y , dado el caso, se compensan posibles inseguridades de modelo, por ejemplo inseguridades de parámetros. Para comparar magnitudes de medición y y de estimación se utiliza asimismo el modelo de medición 21c, de forma correspondiente al modelo de medición 2c. El factor de amplificación K en el término de corrección 21b se proyecta de tal modo, que el estado estimado ξ converge hacia el valor físico real. Por medio de esto puede reconstruirse con elevada precisión el ángulo de rotación inversa Φ_{rueck} , véase la figura 4, y minimizarse el error de estimación Φ_e . El algoritmo de estimación completo posee con ello las magnitudes medidas corriente y tensión como magnitudes iniciales, que deben utilizarse en función del modelo ya sea como magnitud inicial u de la parte de simulador 21a o como magnitud de medición y_{mess} .

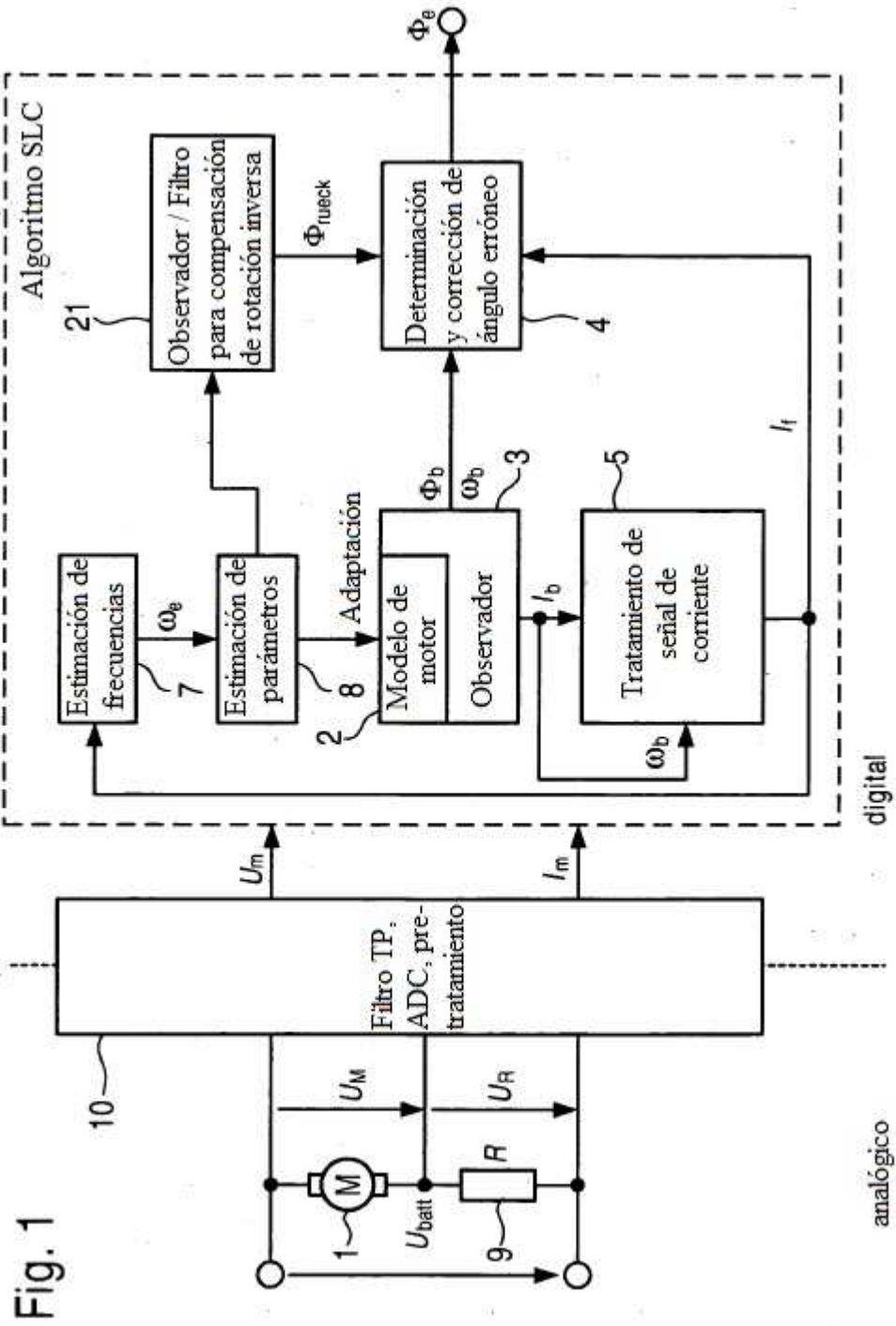
La figura 4 muestra una comparación entre la señal de corriente medida y la estimada, así como del ángulo de rotación inversa estimado con el ángulo de referencia medido. El inicio de la rotación inversa del motor está caracterizado por el segundo paso por cero de la señal de corriente después de la desconexión del motor. El margen de la rotación inversa está indicado para la señal de corriente arriba en la figura 4.

El sistema propuesto conforme a la invención de una determinación sin sensores del ángulo de rotación del motor no sólo puede usarse en motores de corriente continua, sino también con cualquier otro motor que muestre una modulación periódica comparable de la señal de corriente o tensión en función del ángulo de rotación del motor.

El procedimiento propuesto conforme a la invención y el dispositivo propuesto conforme a la invención para determinar el ángulo de rotación inversa no están limitados a su aplicación a procedimientos para determinar el ángulo de rotación del motor, que se basen en una modulación periódica de la señal de corriente o tensión, ya que para esto solamente se tienen en cuenta la señal de corriente y/o tensión después de la desconexión del motor, con relación a los pasos por cero después de la desconexión y con relación a su comportamiento en el caso de movimientos de rotación lentos y con rizado.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para determinar un ángulo de rotación (Φ_b) de un motor eléctrico, en donde la determinación de un ángulo de rotación inversa (Φ_{rueck}) del motor eléctrico (1) se realiza después de su desconexión, con base en una señal de corriente del motor (I_m) y una señal de tensión del motor (U_m) con los pasos:
 - 5 - detección de un segundo paso por cero de la señal de corriente del motor (I_m) después de la desconexión del motor eléctrico (1), y
 - determinación del ángulo de rotación inversa (Φ_{rueck}) mediante una valoración basada en modelo de la señal de corriente del motor (I_m) y de la señal de tensión del motor (U_m), en donde se define un inicio de la rotación inversa después del segundo paso por cero de la señal de corriente del motor (I_m) después de la desconexión del motor eléctrico (1).
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el ángulo de rotación inversa (Φ_{rueck}) se establece mediante un modelo de motor (2a) y/o un modelo de magnitudes perturbadoras (2b), a partir de la señal de corriente del motor (I_m) y de la señal de tensión del motor (U_m).
- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque el modelo de motor (2a) y/o el modelo de magnitudes perturbadoras (2b) están optimizados a través de una función de observador (3).
4. Procedimiento según la reivindicación 2 ó 3, caracterizado porque en el modelo de motor (2a) y/o en el modelo de magnitudes perturbadoras (2b) se incluyen un engranaje, accionado por el motor eléctrico (1), y aplicaciones adyacentes al mismo.
- 20 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 4, caracterizado porque se incluye, para determinar el ángulo de rotación inversa (Φ_{rueck}), un modelo de medición (21c, 2c) para un dispositivo de medición para la señal de corriente del motor (I_m) y la señal de tensión del motor (U_m).
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la determinación del ángulo de rotación inversa (Φ_{rueck}) se inicia después de que se haya desconectado el motor eléctrico (1).
- 25 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se utiliza para corregir y/o inicializar un ángulo de rotación de motor (Φ_e) del motor eléctrico (1), determinado mediante la valoración de señales de los procesos de conmutación en la señal de corriente del motor (I_m).
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se usa en un aparato de control de asientos para asientos de automóvil y/o en un aparato de control para techos corredizos, elevallunas o ajustadores de flaps.
- 30 9. Dispositivo para determinar un ángulo de rotación (Φ_e) de un motor eléctrico (1), que presenta
 - una lógica de medición (10) para detectar un segundo paso por cero de la señal de corriente del motor (I_m) y de la señal de tensión del motor (U_m) después de la desconexión del motor eléctrico (1), y
 - un observador (21) para determinar el ángulo de rotación inversa (Φ_{rueck}) mediante una valoración basada en modelo de la señal de corriente del motor (I_m) y de la señal de tensión del motor (U_m), en donde se define un inicio de la rotación inversa después del segundo paso por cero de la señal de corriente del motor (I_m), después de la desconexión del motor eléctrico (1).
- 35 10. Dispositivo según la reivindicación 9, caracterizado por un modelo de motor (2a) y/o un modelo de magnitudes perturbadoras (2b) dentro de una parte de simulación (21a) del observador (21).
- 40 11. Dispositivo según la reivindicación 10, caracterizado por un modelo de medición (21c) dentro del observador (21).
12. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado por una unidad de detección (10) para determinar una desconexión del motor eléctrico (1) y para el inicio subsiguiente de la determinación del ángulo de rotación inversa (Φ_{rueck}).
- 45 13. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 a 12, caracterizado porque está integrado en un aparato de control de asiento para asientos de automóvil y/o en un aparato de control para techos corredizos, elevallunas o ajustadores de flaps.



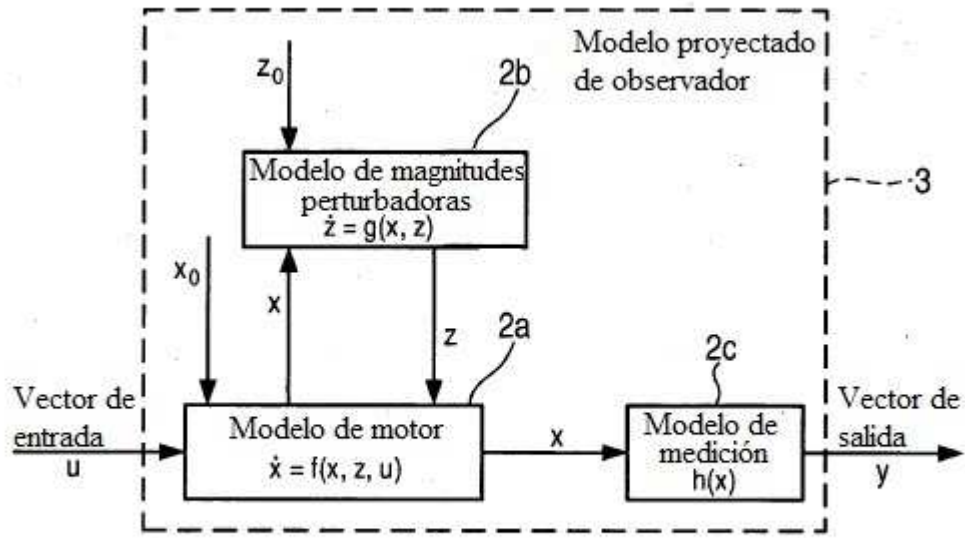


Fig. 2

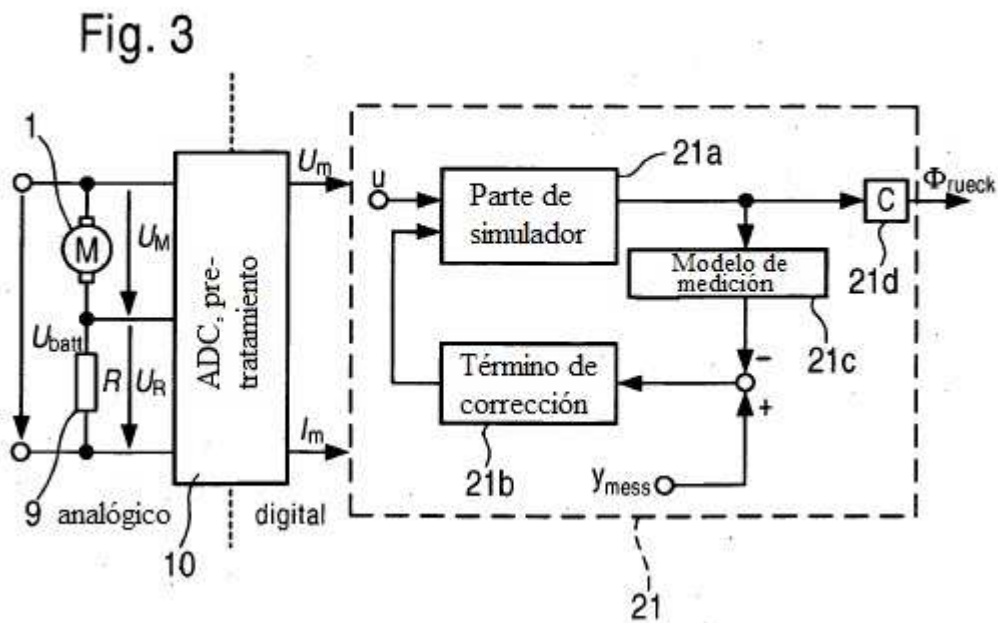


Fig. 3

