



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 298 948**

(51) Int. Cl.:

H02P 7/28 (2006.01)

G01P 3/44 (2006.01)

G01P 3/48 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **05109609 .7**

(86) Fecha de presentación : **17.10.2005**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1659683**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **24.05.2006**

(54) Título: **Procedimiento y dispositivo para determinar un componente de corriente alterna que se obtiene a través de conmutación mecánica de un motor de corriente continua.**

(30) Prioridad: **23.11.2004 DE 10 2004 056 410**

(73) Titular/es: **ROBERT BOSCH GmbH**
Postfach 30 02 20
70442 Stuttgart, DE

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.05.2008

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

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.05.2008

(74) Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 298 948 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para determinar un componente de corriente alterna que se obtiene a través de conmutación mecánica de un motor de corriente continua.

La invención se refiere a un procedimiento para la determinación de un componente de corriente alterna, que se obtiene a través de conmutación mecánica de un motor de corriente continua de acuerdo con la reivindicación 1 de la patente y a un dispositivo para la determinación de un componente de corriente alterna provocado a través de la conmutación de un motor de corriente continua de acuerdo con la reivindicación 7 de la patente.

Para una determinación de la posición angular de motores de corriente continua conmutados mecánicamente (motores DC) se emplean, de acuerdo con el estado actual de la técnica, en general, sensores Hall o de una manera alternativa se cuentan las fluctuaciones de conmutación de la señal de la corriente de acuerdo con el llamado procedimiento de recuento de ondulaciones. En el procedimiento de recuento de ondulaciones ya conocido se extrae la mayoría de las veces, por medio de filtración analógica o bien digital, el componente alterno de la señal de la corriente condicionado por la conmutación (ondulación de la conmutación) y con la ayuda de esta señal filtrada se determina la ondulación de la conmutación. El número de las ondulaciones de conmutación es una medida del ángulo de giro del motor y, por lo tanto, de la posición de la instalación de actuación conectada a continuación. Para la extracción de las ondulaciones de conmutación se emplean habitualmente filtros de hardware. Como filtros de hardware se emplean, por ejemplo, pasos bajos, pasos altos o bien pasabanda.

La medición de la posición del actuador es necesaria para las más diferentes aplicaciones, en las que se utilizan motores de corriente continua conmutados. Los motores de corriente continua mencionados se emplean, por ejemplo, como servo motores para diversas aplicaciones en la técnica del automóvil, como por ejemplo regulaciones eléctricas de los asientos, elevalunas eléctricos, techos corredizos, etc.

Además, se conocen en el campo de la técnica de regulación instalaciones de observación o bien instalaciones de filtro (observadores de estado, observadores de Luenberger, filtros de Kalman), con las que se pueden estimar variables de estado de un sistema dinámico (por ejemplo, de un motor de corriente continua).

Se conoce a partir del documento EP-A-890.841 un procedimiento para la determinación del número de revoluciones en motores de corriente continua conmutados mecánicamente.

El cometido de la invención es acondicionar un procedimiento mejorado y un dispositivo mejorado para la determinación del componente alterno, condicionado por la conmutación, de la corriente de un motor de corriente continua.

El cometido se soluciona de acuerdo con la invención con un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 de la patente así como con un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7 de la patente. Los desarrollos preferidos de la invención se indican en reivindicaciones dependientes.

El procedimiento de acuerdo con la invención para la determinación de un componente alterno, condicionado por la conmutación, de una corriente de un motor de corriente continua comprende las siguientes etapas del procedimiento:

- medición de la corriente,
- estimación de un componente de corriente continua de la corriente, en la que la estimación se lleva a cabo con la ayuda de una instalación de observación con un modelo matemático del motor de corriente continua, y
- determinación del componente alterno a partir de la diferencia del componente estimado de la corriente continua y de la corriente medida.

El procedimiento de acuerdo con la invención prevé, en comparación con los procedimientos convencionales de cálculo puramente de la técnica de medición, adicionalmente una estimación de un componente de corriente continua con la ayuda de una instalación de observación. La instalación de observación comprende en este caso un modelo matemático del motor de corriente continua. A partir de la formación de la diferencia entre el componente estimado de la corriente continua y la corriente medida se obtiene el componente de corriente alterna condicionado por la conmutación, con lo que se determina de una manera comparativamente exacta de forma ventajosa el componente de corriente alterna condicionado por la conmutación y, además, se puede reducir al mínimo o bien eliminar el empleo de filtros de hardware. La reducción al mínimo del empleo de filtros de hardware se considera como especialmente ventajosa, puesto que estos filtros están vinculados siempre con dispersiones, inexactitudes, gasto de componentes o bien gasto de superficies de circuito y, por lo tanto, con costes adicionales. El empleo de filtros de hardware o bien de software habituales permite, además, en general, una extracción insuficientemente exacta del componente de corriente alterna condicionado por la conmutación.

Un desarrollo preferido del procedimiento de acuerdo con la invención prevé que se lleve a cabo un dimensionado ventajoso de la instalación de observación, en lo que se refiere a la determinación del componente alterno. Esto se consigue porque se acopla un término de corrección, es decir, un retorno ponderado de la diferencia entre las

variables estimadas y las variables calculadas de acuerdo con la técnica de medición (por ejemplo, corriente, número de revoluciones, posición angular) sobre el modelo del motor de corriente continua o bien la parte de simulación del observador. De este modo se consigue que el retorno de la diferencia sobre el modelo del motor de corriente continua esté configurado de manera que se pueda fijar con parámetros, con lo que se puede adaptar una variable de salida de la instalación de observador de una manera ventajosa a una variable de estado dinámica medible del motor de corriente continua.

De acuerdo con otro desarrollo preferido del procedimiento de acuerdo con la invención, la ponderación de la diferencia retornada así como el modelo del motor de corriente continua están configurados de tal forma que la corriente estimada no presenta esencialmente ningún componente alterno condicionado por la conmutación. En virtud de este hecho, se puede realizar una formación de la diferencia entre la corriente medida y la corriente estimada de una manera sencilla y se puede realizar, por lo tanto, de una forma eficiente una extracción del componente alterno. La curva de la corriente del motor de corriente alterno se reproduce de esta manera de tal forma que se filtra una forma de la señal de la corriente estimada del motor frente a la corriente real del motor.

A continuación se describe de forma detallada la invención con la ayuda de las figuras. En este caso:

La figura 1 muestra una representación de principio de un modelo matemático para un motor de corriente continua.

La figura 2 muestra un diagrama de bloques de un dispositivo para la determinación de las ondulaciones de conmutación de un motor de corriente continua de acuerdo con la presente invención.

La figura 3 muestra una representación de principio de una instalación de observación, en la que se retorna de forma ponderada una variable de salida estimada a la instalación de observación.

La figura 4 muestra curvas de tiempo de una corriente calculada de acuerdo con la técnica de medición y de un componente estimado de la corriente continua, que se acondicionan a través de la presente invención, y

La figura 5 muestra una curva de tiempo de una señal de la corriente diferencial a partir de la corriente medida y el componente estimado de la corriente continua, que se acondiciona de acuerdo con la invención.

La figura 1 muestra una representación de principio de un modelo matemático del motor de corriente continua. La base es un modelo matemático dinámico de la carrera de todo el motor de corriente continua, que se puede describir en la forma siguiente:

Ecuación diferencial de estado:

$$\dot{\underline{x}}_M = \underline{A}_M \underline{x}_M + \underline{B}_M \underline{u} + \underline{E}_z$$

Ecuación para las variables de medición de salida del modelo de carreras:

$$\underline{y}_M = \underline{C}_M \underline{x}_M$$

El modelo matemático de carreras se puede ampliar con un modelo matemático de interferencias para una variable de interferencia $\underline{z}$, en el que el modelo de interferencias se puede representar matemáticamente de la siguiente manera.

$$\dot{\underline{x}}_s = \underline{A}_s \underline{x}_s$$

$$\underline{z} = \underline{C}_s \underline{x}_s$$

Las variables y los parámetros individuales del modelo de carreras y del modelo de interferencias tienen en este caso el siguiente significado:

$\underline{x}_M$ variables de estado del modelo de carreras.

$\underline{x}_{M0}$ valores iniciales de las variables de estado del modelo de carreras

$\underline{x}_s$ variables de estado del modelo de interferencias

$\underline{x}_{s0}$ valores iniciales de las variables de estado del modelo de interferencias

$\underline{u}$ variables de entrada

$\underline{y}_M$ variables de salida/variables de medición del modelo de carreras

	$\underline{y}_{schätz}$	variables de salida estimadas del observador
	$\underline{y}_{mess}$	variables de medición
5	$\underline{y}$	variables de salida del modelo de carreras ampliado
	$\underline{z}$	variables de salida del modelo de variables de interferencia
	$\underline{A}_M$	matriz dinámica del modelo de carreras
10	$\underline{B}_M$	matriz de entrada del modelo de carreras
	$\underline{C}_M$	matriz de salida del modelo de carreras
15	$\underline{A}_s$	matriz dinámica del modelo de interferencias
	$\underline{E}$	matriz, a través de la cual la variable de interferencia $\underline{z}$ actúa sobre el modelo de carreras.

En el modelo de carreras se formulan matemáticamente las propiedades dinámicas esenciales del motor de corriente continua. Esto se puede realizar en forma de variables, que se derivan a partir de parámetros físicos. Por ejemplo, éstos pueden comprender una característica eléctrica y/o mecánica del motor de corriente continua, elasticidades de un engranaje del motor así como sus momentos de inercia. Un momento de carga habitualmente no medible se define de una manera más ventajosa como variable de interferencia.

La figura 1 muestra una representación de principio de un modelo de carreras ampliado para el motor de corriente continua, que representa una base para un proyecto de observador. El modelo de carreras 14 ampliado comprende en este caso un modelo de carreras 12, un modelo de interferencias 10 y una matriz de salida 11 del modelo de interferencias. La variante de entrada $\underline{u}$ y el estado inicial $\underline{x}_0 = [\underline{x}_{M0}, \underline{x}_{S0}]^T$ sirven para una descripción definida del estado del modelo dinámico de carreras. A través de una matriz de salida 13 del modelo de carreras 12 está disponible una variable de salida $\underline{y}$ del modelo de carreras ampliado 14. El modelo de carreras ampliado 14 se puede describir a través de las siguientes relaciones matemáticas:

$$\begin{bmatrix} \dot{\underline{x}}_M \\ \dot{\underline{x}}_s \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} \underline{A}_M & \underline{E}\underline{C}_s \\ 0 & \underline{A}_s \end{bmatrix}}_{\underline{A}} \underbrace{\begin{bmatrix} \underline{x}_M \\ \underline{x}_s \end{bmatrix}}_{\underline{\hat{x}}} + \underbrace{\begin{bmatrix} \underline{B}_M \\ 0 \end{bmatrix}}_{\underline{B}} \underline{u}$$

$$\underline{y} = \underbrace{[\underline{C}_M \ 0]}_{\underline{C}} \begin{bmatrix} \underline{x}_M \\ \underline{x}_s \end{bmatrix}$$

A través del proyecto de un observador de estado conocido por el estado de la técnica (por ejemplo, observador de Luenberger o filtro de Kalman) se pueden determinar valores estimados para variables físicas. El observador de estado se deriva por medio del modelo de proyecto de carreras o bien del proyecto de observador y se puede representar en este caso en la forma siguiente.

$$\begin{aligned} \dot{\underline{\hat{x}}} &= \underline{A} \underline{\hat{x}} + \underline{B} \underline{u} + \underline{L} (\underline{y}_{mess} - \underline{y}_{schätz}) \\ \underline{y}_{schätz} &= \underline{C} \underline{\hat{x}} \end{aligned}$$

En este caso, la matriz L es la variable a definir en el proceso de proyecto del observador de estado. La matriz de observación C se formula de tal manera que se pone a disposición un valor de estimación para la corriente como variable de salida $\underline{y}_{schätz}$ del observador de estado.

La figura 2 muestra un diagrama de bloques de principio de un dispositivo para la extracción de las ondulaciones de conmutación de un motor de corriente continua 6 de acuerdo con la presente invención. El dispositivo 1 comprende en este caso una instalación electrónica de cálculo 3 con una instalación de observador 2 y una instalación de medición 4. Por medio de la instalación de medición 4 se lleva a cabo una detección de acuerdo con la técnica de medición de la corriente a través del motor de corriente continua 6. La instalación electrónica de cálculo 3 puede estar configurada, por ejemplo, como microcontrolador o como hardware digital.

A través del motor de corriente continua 6 se toma una tensión de servicio U1, que se alimenta al dispositivo 1. La caída de la tensión U2 a través de una resistencia de medición 7 conectada en serie con el motor de corriente continua 6 es alimentada al dispositivo 1. En este caso, la tensión U2 es una reproducción de la corriente a través del motor de corriente continua 6. La resistencia de medición 7 puede estar configurada como derivación de baja impedancia, en la que la tensión U2 que cae a través de la derivación es convertida de forma analógica - digital y se transformada con la ayuda de la instalación de medición 4 en un valor real de la corriente del motor de corriente continua 6. De esta manera, se alimentan al dispositivo 1 como variables calculadas de acuerdo con la técnica de medición la tensión U2 como reproducción de la corriente y la tensión de servicio U1 del motor de corriente continua 6. En lugar de la resistencia de medición 7 se puede emplear también un convertidor de corriente.

Con la ayuda de la instalación de observador 2 se estiman las variables de estado del motor de corriente continua 6. La variable de estimación $i_{schätz}$ para la corriente como componente del vector de las variables de salida $i_{schätz}$ de la instalación de observador 2 es alimentada a un primer punto de suma S1 con signo negativo. Al primer punto de suma S1 se alimenta, además, la corriente i_{mess} calculada de acuerdo con la técnica de medición. En el primer punto de suma S1 se lleva a cabo de esta manera una formación de la diferencia entre la corriente i_{mess} calculada de acuerdo con la técnica de medición y la corriente estimada $i_{schätz}$ de la instalación de observador 2. En este caso, el observador está dimensionado de tal forma que la corriente estimada $i_{schätz}$ de la instalación de observador no presenta esencialmente ninguna ondulación de conmutación. Además, la corriente estimada $i_{schätz}$ para no presenta, con relación a la corriente medida i_{mess} esencialmente ningún retardo o bien tiempo de propagación de grupos. Desde el primer punto de suma S1 se alimentan de esta manera las ondulaciones de conmutación del motor de corriente continua 6 a una instalación de contador asíncrona 5 y se pueden evaluar y procesar posteriormente por la instalación de contador asíncrona 5. La disposición de la instalación de contador 5 dentro de la instalación electrónica de cálculo 3 debe considerarse solamente como ejemplo. Esto significa que la instalación de contador asíncrona 5 puede estar dispuesta también fuera de la instalación electrónica de cálculo 3.

La figura 3 muestra una representación detallada de la instalación de observador 2. La figura muestra en forma gráfica las ecuaciones diferenciales matemáticas descritas anteriormente, que han sido aplicadas en un modelo matemático 30 del motor de corriente continua 6. Se reconoce que las variables de salida estimadas $y_{schätz}$ (por ejemplo corriente, número de revoluciones, ángulo de giro) se alimentan con signo negativo a un segundo punto de suma S2.

Al segundo punto de suma S2 se alimentan, además, los valores de medición i_{mess} correspondientes. Un valor diferencial Δy a partir de los parámetros estimados y los parámetros calculados de acuerdo con la técnica de medición es alimentado a una matriz L , que está dispuesta dentro de una instalación de retorno 31. La matriz L representa un factor de ponderación, con cuya ayuda se conecta adicionalmente la variable diferencial Δy ponderada en el modelo matemático 30. Los parámetros de la matriz L están configurados en este caso junto con los parámetros de las matrices de los modelos A , B , C así como C_m de tal forma que la corriente estimada $i_{schätz}$ no presenta esencialmente ninguna ondulación de conmutación. La matriz C_m representa una matriz de medición, que está ocupada con variables, que están deducidas como variables de estimación a partir de la instalación de observador 2. En el caso del presente ejemplo de realización, se trata de la variable de estado, pero también son concebibles otras variables físicas. Además, la fijación mencionada de los parámetros está configurada de tal forma que entre los valores estimados $y_{schätz}$ y los valores de medición y_{mess} no se produce esencialmente ningún retardo.

De esta manera, a través de la formación adecuada del modelo matemático así como a través de la ponderación del valor diferencial Δy se puede configurar el valor de estimación de la variable de estado que interesa, la corriente del motor de corriente continua 6, de tal forma que su desarrollo está preparado de una manera adecuada para los fines de la presente invención y, como resultado, se eleva la exactitud de la asociación del ángulo de giro al número de las ondulaciones de conmutación. Permite esencialmente la realización de un observador que se puede realizar en tiempo real con la ayuda del modelo de proyecto matemático 30 así como una evaluación de la señal con la ayuda de la instalación de recuento 8, con lo que, como resultado, es posible una medición exacta del ángulo de giro del motor. Esto permite, por ejemplo, la realización de una protección contra enclavamiento prescrita legalmente en elevadas eléctricas o la mejora de regulaciones del asiento. Estas prescripciones prevén que un servo motor eléctrico en el caso de un tope en un obstáculo mecánico debe estar en condiciones de invertir un movimiento de ajuste precisamente realizado por razones de seguridad. A ello ayuda el conocimiento exacto de la posición, que se representa a través del ángulo de giro del motor.

La figura 4 muestra curvas de tiempo de principio para la corriente estimada $i_{schätz}$ por medio de la instalación de observador 2 y para la corriente medida i_{mess} . Se puede reconocer que la corriente estimada $i_{schätz}$ no presenta, en comparación con la corriente medida i_{mess} , ningún componente de corriente alterna superpuesto, es decir, ninguna ondulación de conmutación.

La figura 5 representa una curva de tiempo de principio de una señal de corriente diferencial entre la corriente medida i_{mess} y la corriente estimada $i_{schätz}$, como se puede preparar con el procedimiento de acuerdo con la invención. Se reconoce que el componente alterno de la corriente medida, que se obtiene a través del proceso de conmutación, presenta en una medida esencial puramente ondulaciones de conmutación que se pueden utilizar para la evaluación posterior y para el procesamiento siguiente para diversas aplicaciones. La señal de corriente diferencial representada en la figura 5 presenta sobre la base de tiempo entre 0 s y 0,05 s, en total, doce ondulaciones de conmutación, que se pueden evaluar por la instalación de contador 5.

ES 2 298 948 T3

Con la ayuda del procedimiento de acuerdo con la invención es posible, por lo tanto, reproducir una curva de la corriente real del motor de corriente continua 6, de tal manera que la forma de la señal de la corriente estimada del motor está filtrada frente a la corriente real del motor. La estimación de la curva de la corriente se realiza por medio de una instalación de observador, que no reproduce el proceso de conmutación del motor de corriente continua 6. A tal fin, la dinámica de la instalación de observador 2 está diseñada de forma adecuada.

Se considera como aspecto esencialmente ventajoso de la presente invención que la separación del componente alterno de la corriente del motor, condicionado por la conmutación, se puede realizar con la ayuda de una corriente estimada con un observador. Esto significa de una manera más favorable una disminución al mínimo o bien una reducción de filtros de hardware convencionales junto con su retardo generado de la señal y su desfase entre las señales de entrada y las señales de salida. Frente a los métodos de filtrado convencionales con la ayuda de pasos altos o de pasos bajos y de pasabandas, se puede conseguir de esta manera una separación mejorada entre las ondulaciones de conmutación y la corriente del motor.

Por medio de instalaciones electrónicas de cálculo 3 actuales de alto rendimiento se puede realizar con un coste favorable una implementación de tales modelos matemáticos por software, de manera que se pueden ahorrar de una forma ventajosa componentes de hardware e instalaciones de detección.

Los aspectos de la presente invención descritos en las reivindicaciones de patente, en la descripción y en los dibujos pueden ser esenciales tanto individualmente como también en combinación discrecional para la realización de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la determinación de un componente de corriente alterna de una corriente, que se obtiene a través de conmutación mecánica de un motor de corriente continua (6), con las siguientes etapas del procedimiento:

- medición de la corriente,
- estimación de un componente de corriente continua de la corriente, en la que la estimación se lleva a cabo con la ayuda de una instalación de observación (2) con un modelo matemático (30) del motor de corriente continua (6);
- y determinación del componente alterno a partir de la diferencia del componente estimado de la corriente continua y de la corriente medida.

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se calcula un ángulo de giro del motor a través de la evaluación de una señal diferencial entre el componente estimado de la corriente continua y la corriente medida.

3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se lleva a cabo de forma ponderada un retorno de una diferencia de un parámetro estimado y de un parámetro medido al modelo (20) del motor de corriente continua (6).

4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el componente estimado de la corriente continua y la corriente medida del motor de corriente continua (6) se utilizan como parámetros.

5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3 ó 4, en el que la ponderación de la diferencia retornada y el modelo (30) del motor de corriente continua (6) están configurados de tal forma que el componente estimado de la corriente continua no presenta esencialmente ningún componente alterno provocado a través de la conmutación del motor.

6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 4, en el que el modelo (30) del motor de corriente continua (6) y la ponderación de la diferencia retornada están configurados de tal forma que no se configura esencialmente ningún retardo entre la corriente medida y el componente estimado de la corriente continua.

7. Dispositivo para la determinación de un componente de corriente alterna, provocado a través de conmutación mecánica de un motor de corriente continua (6), en el que el dispositivo (1) presenta una instalación de observación (2) con un modelo matemático (30) del motor de corriente continua (6), en el que se llevan a cabo una medición de la corriente y una estimación de un componente de corriente continua, y en el que se lleva a cabo la formación de la diferencia a partir de la corriente medida y del componente estimado de la corriente continua.

8. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7, en el que por medio de una instalación de retorno (31) se lleva a cabo de forma ponderada un retorno de una diferencia entre un parámetro medido y un parámetro estimado sobre el modelo (30).

9. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8, en el que como parámetro estimado sirve el componente de corriente continua de la corriente y como parámetro medido sirve la corriente del motor de corriente continua.

10. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8 ó 9, en el que la ponderación y el modelo (30) están configurados de tal forma que no se reproduce un proceso de conmutación del motor de corriente continua (6).

11. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 9, en el que la instalación de observación (2) y la ponderación del retorno están configurados de tal forma que entre la corriente medida y el componente estimado de la corriente continua no se configura esencialmente ningún retardo.

12. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 11, en el que el dispositivo (1) está depositado en una instalación electrónica de cálculo.

Fig. 1

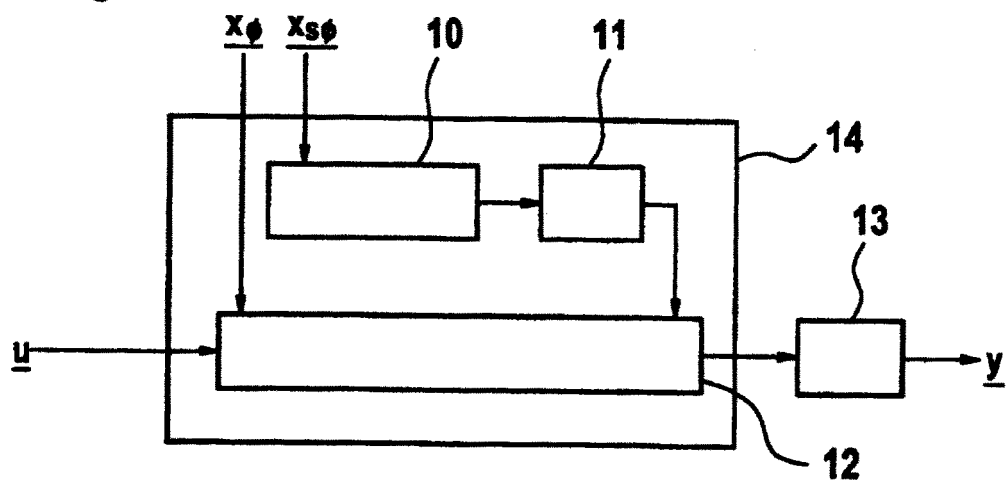
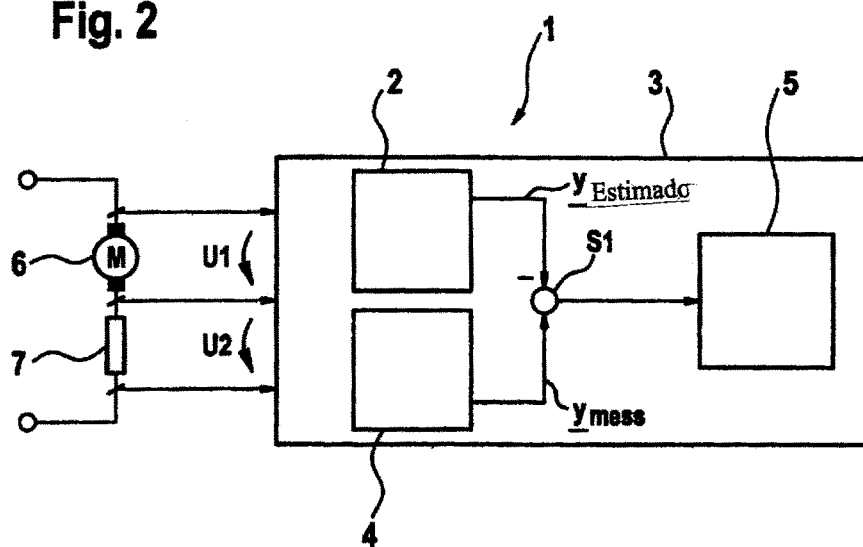


Fig. 2



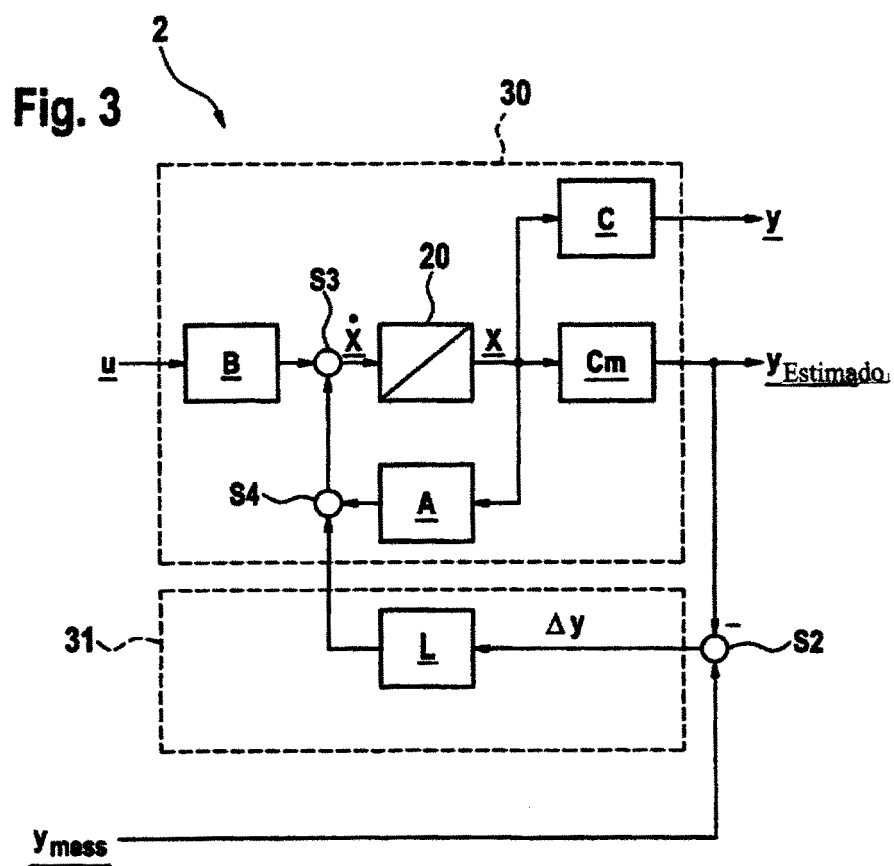


Fig. 4

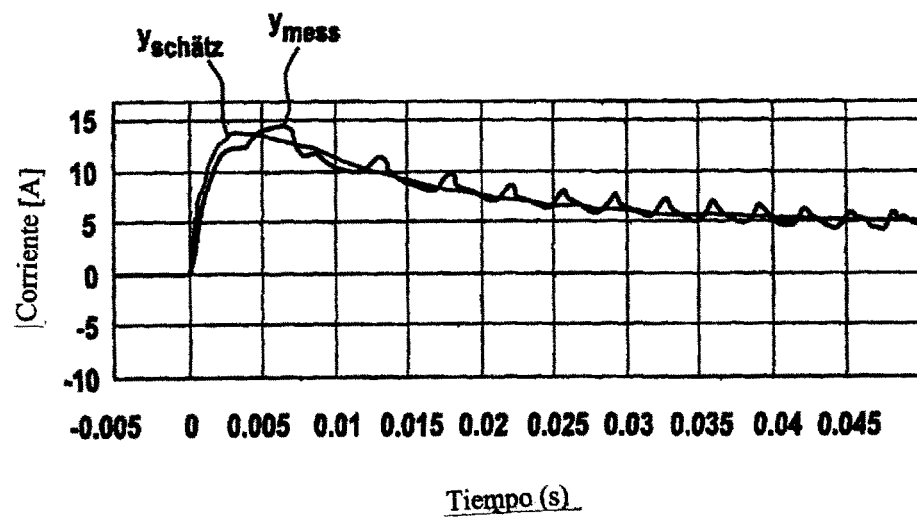


Fig. 5

