



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 327 565**

51 Int. Cl.:
H02K 23/66 (2006.01)
G01P 3/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06722801 .5**
96 Fecha de presentación : **19.04.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1872466**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.01.2008**

54 Título: **Método para determinar sin sensores la posición de un rotor de un motor eléctrico.**

30 Prioridad: **20.04.2005 DE 10 2005 018 526**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
30.10.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
30.10.2009

73 Titular/es: **Conti Temic microelectronic GmbH**
Sieboldstrasse 19
90411 Nürnberg, DE

72 Inventor/es: **Knezevic, Jovan;**
Schulter, Wolfgang;
Etzlstorfer, Gernot y
Liebold, Erich

74 Agente: **Roeb Díaz-Álvarez, María**

ES 2 327 565 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

Método para determinar sin sensores la posición de un rotor de un motor eléctrico.

5 La invención se refiere a un método para determinar sin sensores la posición de un rotor de un motor de corriente continua mecánicamente conmutado, así como un método para determinar sin sensores el número de revoluciones por minuto y/o el ángulo de rotación de un motor de corriente continua mecánicamente conmutado.

El US 3818343 describe un método para determinar sin sensores la posición de un rotor.

10 Del EP 0 689 054 A1, EP 0 730 156 A1 y DE 39 35 585 A1 se conocen métodos para determinar el número de revoluciones por minuto y/o la distancia recorrida en motores de corriente continua mecánicamente conmutados.

15 Además es conocido en general detectar, evaluar y utilizar la componente alterna de la corriente, llamada la ondulación o el ripple según el término inglés, de motores de corriente continua como medida del número de revoluciones por minuto del motor.

Por ejemplo, el DE 35 27 906 A1 describe un método de pasaje por cero, en el cual se detectan los pasajes por cero de la corriente después de eliminar la componente continua.

20 En el DE 4217265 también se evalúa la ondulación de la señal de corriente del inducido; en este caso se determinan los máximos y valores mínimos relativos.

25 Asimismo es conocido describir el comportamiento de motores de corriente continua mediante un modelo electro-mecánico de estado del motor basado en las ecuaciones del motor. Se conocen la ecuación del motor $U_q(t) = c \cdot F \cdot n(t)$, también llamada la ecuación del generador, la ecuación del motor $M_m(t) = c_1 F \cdot I_a(t)$ así como la relación eléctrica $U_q(t) = U_M(t) - I_a(t) \cdot R_a - L \cdot \frac{dI_a(t)}{dt}$.

Los símbolos en las ecuaciones arriba mencionadas tienen los siguientes significados:

- 30 - U_q el voltaje en el inducido,
- c, c_1, c_2 los parámetros específicos del motor, también llamados las constantes del motor,
- 35 - F el flujo magnético,
- n el número de revoluciones por minuto,
- M_L el momento de la carga,
- 40 - M_m el par motor,
- M_B el momento de aceleración que resulta de los anteriores,
- 45 - I_a la corriente del motor o del inducido,
- U_M el voltaje del borne de conexión del motor,
- R_a la resistencia del inducido,
- 50 - R_k la resistencia del borne exterior,
- L la inductancia del devanado del motor,
- 55 - J el momento de inercia de toda la estructura giratoria incluyendo las partes a mover.

Del EP 0 689 054 A1 se conocen un método y un dispositivo para contar el número de revoluciones por minuto y para detectar y regenerar la señal de la corriente de conmutación de un motor de corriente continua. El método prevé la conexión a corriente continua del motor a través de un resistor de precisión en el circuito eléctrico del motor. La señal detectada se amplifica mediante un amplificador y a continuación se regenera mediante un elemento filtro y un segundo amplificador. La señal de ondulación de la corriente se desfasa mediante un cambiador de fase y se combina con la señal no desfasada en un sumador análogo. La señal de salida así obtenida es la señal de ondulación de la corriente, cuya frecuencia se evalúa para determinar el número de revoluciones por minuto.

65 El artículo "Unkonventionelle Drehzahlmessung und -regelung bei Gleichstrommotoren" de Birk, Elektronik 25, 14/12/1984, p. 71 s., también describe la determinación incremental del número de revoluciones por minuto utilizando las ondulaciones de conmutación de la corriente del inducido.

ES 2 327 565 T3

Los documentos arriba mencionados también describen los problemas fundamentales en la detección y evaluación de la ondulación de la corriente, especialmente la susceptibilidad a errores en el caso de fluctuaciones de la tensión de red y conmutaciones dobles. Especialmente cuando estos métodos se utilizan en vehículos de motor las fluctuaciones de tensión en el sistema de alimentación de a bordo complican la exactitud de la evaluación. La circuitería necesaria para compensar este tipo de errores es considerable en todos los métodos de compensación mientras que no es posible excluir por completo los errores.

Por ejemplo, del DE 197 29 238 A1 se conoce un método para determinar el número de revoluciones por minuto y/o el ángulo de rotación de motores de corriente continua mecánicamente conmutados. En este método la medición de la corriente del motor se complementa y se controla mediante un modelo de estado del motor operando en paralelo y basado en la ondulación de la corriente del motor relacionada con la conmutación a través del tiempo. El modelo de estado del motor se basa en las ecuaciones electromecánicas del motor. La corriente del motor y el voltaje del motor se utilizan para extrapolar un valor probable del número de revoluciones por minuto actual y para determinar una gama de valores nominales permisibles de la siguiente conmutación. El valor extrapolado se utiliza cuando no es posible determinar un momento de conmutación dentro de la gama de valores nominales. En caso contrario el número de revoluciones por minuto actual se determina lo más exacto posible utilizando el momento de conmutación incluido en la gama de valores nominales. El parámetro específico del motor y dependiente de la carga que es necesario para el modelo de estado del motor puede estar predefinido o ajustarse al número de revoluciones por minuto actual después de detectar los procesos de conmutación.

El objeto de la invención es indicar un método para determinar lo más exacto posible la posición de un rotor de un motor de corriente continua mecánicamente conmutado, así como un método para determinar sin sensores el número de revoluciones por minuto y/o el ángulo de rotación de un motor de corriente continua mecánicamente conmutado, el cual reduce las medidas necesarias para compensar las influencias de la tensión de red y mejora la inmunidad a errores.

Este objeto se consigue mediante las características de la reivindicación 1 y de la reivindicación 2. Las reivindicaciones dependientes, la descripción y las figuras describen las perfeccionamientos ventajosos de la invención.

La idea básica es utilizar la resistencia interior del motor eléctrico, especialmente la resistencia del inducido o la conductancia correspondiente, para el análisis en vez de recurrir a la ondulación de la corriente del motor eléctrico para determinar lo más exacto posible la posición de un rotor de un motor de corriente continua mecánicamente conmutado o para determinar sin sensores el número de revoluciones por minuto y/o el ángulo de rotación de un motor de corriente continua mecánicamente conmutado. La posición del rotor del motor eléctrico mecánicamente conmutado o el ángulo de rotación y el número de revoluciones por minuto del motor eléctrico mecánicamente conmutado se determinan utilizando la ondulación (ripple) de la resistencia del inducido o la conductancia del inducido del motor eléctrico.

A este fin se determina el voltaje del inducido así como la corriente del inducido del motor eléctrico de corriente continua mecánicamente conmutado.

Este procedimiento es un abandono completo de los procedimientos anteriores puesto que hasta ahora los especialistas del área han sostenido la opinión que no es posible determinar el número de revoluciones por minuto y el ángulo de rotación, y con ellos la posición actual de un elemento que se puede mover mediante el motor eléctrico, analizando la resistencia del inducido. Hasta ahora siempre se ha utilizado el análisis de la ondulación de la corriente del motor.

Para determinar el número de revoluciones por minuto y/o el ángulo de rotación de un motor eléctrico se determina de manera continua a través del tiempo el valor actual de la resistencia del inducido o la conductancia del inducido del motor eléctrico y a continuación se determina el promedio de los valores obtenidos. Es preferible que el promedio se determine a través de varios casos de conmutación o incluso a través de varias revoluciones del motor o de manera continua.

El valor actual de la resistencia del inducido o la conductancia del inducido se compara con el promedio correspondiente, es decir el valor actual de la resistencia del inducido se compara con el promedio de la resistencia del inducido y el valor actual de la conductancia del inducido se compara con el promedio de la conductancia del inducido.

El cambio de la resistencia del inducido o la conductancia del inducido del motor eléctrico relativo al promedio, que resulta de esta comparación, se utiliza para determinar el número de revoluciones por minuto y/o el ángulo de rotación del motor eléctrico.

Es preferible que el número de revoluciones por minuto y/o el ángulo de rotación del motor eléctrico se deriven

c1) detectando el número de casos en los que el valor actual coincide con el promedio, o

c2) comparando el valor actual de la resistencia del inducido o la conductancia del inducido con el promedio en un comparador, siendo la señal de comparación el resultado de la comparación, con signo positivo o negativo, y detectándose el número de pasajes por cero, o

ES 2 327 565 T3

- c3) restando el valor actual de la resistencia del inducido o la conductancia del inducido y el promedio el uno del otro y detectando el número de pasajes por cero de la señal de sustracción.

El número determinado en los pasos c1), c2) o c3) corresponde al número de conmutaciones realizadas en el período de tiempo en cuestión, del cual se deriva el número de revoluciones por minuto y/o el ángulo de rotación del motor eléctrico. Por lo tanto los pasos c1 a c3 son alternativas.

Los parámetros necesarios para el modelo de estado del motor utilizado preferentemente están predefinidos o se derivan durante la operación del motor eléctrico de corriente continua mecánicamente conmutado y se ajustan de manera adecuada.

El modelo de estado del motor eléctrico de corriente continua mecánicamente conmutado parte de la siguiente ecuación de estado:

$$u = R * i + L * \frac{di}{dt} + E$$

La impedancia del motor eléctrico de corriente continua mecánicamente conmutado se puede determinar en el momento de arranque, incluso antes de superar la fricción estática, puesto que en este caso el número de revoluciones por minuto aún es cero y no existe ningún voltaje en el inducido. Si la corriente del motor y el voltaje del motor se detectan varias veces el valor de la impedancia del motor puede ajustarse de manera adaptiva y se puede excluir la mayoría de los errores. Además el parámetro específico del motor dependiente de la temperatura y de la carga puede determinarse de nuevo después de cada proceso de conmutación, considerando así la influencia de la temperatura y de la carga para la siguiente extrapolación. En caso de que el tiempo de operación del motor es relativamente corto el parámetro específico del motor puede permanecer en el valor predefinido durante todo el tiempo de operación puesto que la influencia térmica es mucho más despacio y menos fuerte.

El método para detectar la posición sin sensores se basa en la determinación de la resistencia del inducido o la conductancia recíproca a la anterior, la cual existe debido al devanado interior del rotor. Para determinar la resistencia del inducido se miden el consumo de corriente y el voltaje en el motor eléctrico de corriente continua mecánicamente conmutado. Es importante notar que las fluctuaciones en el sistema de alimentación de a bordo apenas afectan los resultados del método de la invención y son compensados en su mayoría durante el tratamiento siguiente y especialmente mediante el procedimiento de la invención.

El desarrollo a través del tiempo de la resistencia del inducido del motor eléctrico se deriva utilizando la corriente del motor y el voltaje del motor y otros parámetros, como p. ej. la inductancia del motor y/o la constante de flujo del motor eléctrico.

El método se precisa ahora con referencia a las figuras para facilitar su explicación y entendimiento. La siguiente descripción detallada de la invención se refiere a un motor eléctrico de corriente continua mecánicamente conmutado.

En las figuras:

la figura 1 es una representación esquemática de un motor eléctrico de corriente continua mecánicamente conmutado y de su diagrama esquemático de la resistencia del inducido;

la figura 2 muestra el desarrollo a través del tiempo de la resistencia del inducido de un motor eléctrico de corriente continua mecánicamente conmutado con un número de revoluciones por minuto constante;

la figura 3 es una representación del voltaje, de la corriente y la resistencia del inducido;

la figura 4 es una representación de la señal de salida de un comparador cuyo señal de entrada es la resistencia del inducido actual determinada y cuyo señal de comparación es el promedio de las resistencias del inducido determinadas sucesivamente;

la figura 5 es la representación gráfica de un look-up table para determinar la posición del rotor;

la figura 6 es una representación de los valores de la resistencia del inducido de un motor eléctrico de corriente continua mecánicamente conmutado a través del tiempo durante varias revoluciones del motor eléctrico de corriente continua mecánicamente conmutado;

la figura 7 muestra un detalle ampliado de la figura 6;

la figura 8 muestra de manera esquemática la evaluación utilizando un look-up table;

la figura 9 es una representación del ángulo de rotación del motor eléctrico de corriente continua mecánicamente conmutado a través del tiempo utilizando el look-up table de la figura 8.

Puesto que el desarrollo a través del tiempo de la resistencia del inducido o la conductancia del motor eléctrico de corriente continua mecánicamente conmutado depende de la posición del rotor del motor eléctrico y de los elementos de conmutación mecánicos (escobillas) no resulta un desarrollo continuo de la resistencia del inducido. Dicha resistencia cambia a través del tiempo durante una rotación del rotor y por lo tanto también dentro de una revolución.

La figura 1 muestra de manera esquemática un motor eléctrico de corriente continua mecánicamente conmutado, a la izquierda con un ángulo de rotación θ de 0° y a la derecha con un θ de $22,5^\circ$. Debajo del motor eléctrico de corriente continua mecánicamente conmutado hay una representación esquemática de la resistencia del inducido de este motor eléctrico de corriente continua mecánicamente conmutado, en función del ángulo de rotación del rotor del motor eléctrico de corriente continua mecánicamente conmutado. Debajo de esta ilustración se muestra de manera ideal el desarrollo esquemático de la resistencia del inducido a través del ángulo de rotación θ del rotor.

La resistencia del inducido puede ser representada como una variable no lineal a través del tiempo, lo que se puede ver p. ej. en la figura 2.

Se nota que la resistencia del inducido no cambia de manera lineal a través del tiempo, sino que varía dependiendo de la posición actual del rotor del motor eléctrico de corriente continua mecánicamente conmutado. Esta falta de linealidad de la resistencia del inducido produce inevitablemente ondulaciones (llamadas ripples en inglés) en la resistencia del inducido a través del tiempo. Resulta que la resistencia del inducido es una función del ángulo de rotación del rotor y por lo tanto del tiempo, relativo a una revolución de 360° del rotor.

Si se conocen la inductancia del motor, la constante de flujo del motor eléctrico de corriente continua mecánicamente conmutado y los demás parámetros, especialmente la corriente del motor actual y el voltaje aplicado actualmente al motor eléctrico de corriente continua mecánicamente conmutado, se puede calcular la resistencia del inducido. El resultado de este cálculo está representado p. ej. en la figura 3, suponiendo que la corriente del motor es constante de manera ideal. La figura 3 representa el voltaje aplicado al motor eléctrico así como la corriente consumida, trazados en función del tiempo; abajo se representa la resistencia del inducido calculada, también trazada en función del tiempo.

Se nota claramente que la ondulación de la resistencia del inducido está más pronunciada que la ondulación del voltaje aplicado al motor eléctrico de corriente continua mecánicamente conmutado. Además las fluctuaciones en el sistema de alimentación de a bordo de hecho se suprimen mediante el cálculo de la resistencia del inducido. La utilización de la ondulación de la resistencia del inducido da un resultado mejor en términos de calidad que el recurso a la ondulación de la corriente, especialmente con vistas a la evaluación de la señal a realizar más tarde.

Si la resistencia del inducido del motor eléctrico se identifica como señal ya no depende del voltaje puesto que la resistencia del inducido o el cambio de la misma depende únicamente del ángulo de rotación del rotor. Por lo tanto los cambios del voltaje, p. ej. debidos a extremos de la alimentación de a bordo, ya no afectan la evaluación de la señal. Lo anterior es válido de manera análoga para la conductancia del inducido que es recíproca a la resistencia del inducido.

Para derivar de la resistencia del inducido la posición del rotor del motor eléctrico de corriente continua mecánicamente conmutado, así como el número de revoluciones por minuto y el ángulo de rotación del motor eléctrico de corriente continua mecánicamente conmutado, el valor actual de la resistencia del inducido se compara con el promedio de la resistencia del inducido que resulta como promedio de la suma de los valores actuales de la resistencia del inducido a través del tiempo.

En un perfeccionamiento ventajoso de la invención esta comparación se realiza mediante un comparador, el cual compara los valores de la resistencia del inducido recibidos a través del tiempo con el promedio de la resistencia del inducido. El resultado de esta comparación, es decir la señal de salida del comparador, está representado en la figura 4.

Como se ve bien en la figura 4a), la resistencia del inducido, y por lo tanto la conductancia, se desarrolla de manera periódica en la forma de un movimiento ondulatorio alrededor de un promedio esencialmente constante. Aún cuando el promedio cambia debido a condiciones ambientales diferentes estos cambios son despreciables, al menos en relación a la duración de una revolución o aún más de un proceso de conmutación. Es preferible que el promedio se utilice como magnitud de referencia para evaluar estos cambios periódicos de la resistencia del inducido o la conductancia del inducido, siendo posible también otra evaluación matemática, p. ej. una evaluación de los máximos y mínimos u otras similares, como alternativa.

Utilizando el promedio se pueden comparar p. ej. las dos magnitudes y se puede detectar el número de casos en los que el valor actual ($R_{\text{est}}(t)$) coincide con el promedio (R_{mean}). A este fin se puede utilizar p. ej. un comparador, siendo una señal de comparación (C_{out}) el resultado de la comparación, con signo positivo o negativo, y detectándose el número de pasajes por cero ($C_{\text{out}} = 0$) (véase también la figura 4c).

Otro procedimiento en principio equivalente al anterior es restar el valor actual de la resistencia del inducido ($R_{\text{est}}(t)$) o la conductancia del inducido y el promedio el uno del otro ($R_{\text{est}}(t) - R_{\text{mean}}$), como se ve en la figura 4b), y detectar el número de pasajes por cero de la señal de sustracción ($0 = R_{\text{est}}(t) - R_{\text{mean}}$).

ES 2 327 565 T3

Es preferible que el número de revoluciones por minuto y/o el ángulo de rotación del motor eléctrico se deriven

c1) detectando el número de casos en los que el valor actual ($R_{est}(t)$) coincide con el promedio (R_{mean}), o

c2) comparando el valor actual ($R_{est}(t)$) de la resistencia del inducido o la conductancia del inducido con el promedio (R_{mean}) en un comparador, siendo una señal de comparación (C_{out}) el resultado de la comparación, con signo positivo o negativo, y detectándose el número de pasajes por cero ($C_{out} = 0$), o

c3) restando el valor actual ($R_{est}(t)$) de la resistencia del inducido o la conductancia del inducido y el promedio el uno del otro ($R_{est}(t) - R_{mean}$) y detectando el número de pasajes por cero ($0 = R_{est}(t) - R_{mean}$) de la señal de sustracción.

El número determinado en los pasos c1), c2) o c3) corresponde en cada caso al número de conmutaciones realizadas en el período en cuestión, del cual se deriva el número de revoluciones por minuto y/o al ángulo de rotación del motor eléctrico. Por lo tanto los pasos c1 a c3 son perfeccionamientos preferidos para detectar los cambios del valor actual de la resistencia del inducido utilizando el promedio como punto de referencia.

Para mejorar la resolución referente a la posición del rotor del motor eléctrico de corriente continua mecánicamente conmutado es especialmente ventajoso verificar los valores obtenidos utilizando un look-up table. De esta manera es posible determinar la posición con más exactitud. La figura 5 muestra la curva característica de la posición angular theta en función de la resistencia del inducido, en la cual se basa el look-up table. El valor theta de 1 corresponde a la revolución entre dos procesos de conmutación (ripples). Como se ve en la figura 5, se puede utilizar una curva característica común para los flancos ascendente y descendente con una buena aproximación, así que el look-up table requiere menos memoria.

Por lo tanto es posible determinar el ángulo de rotación del motor eléctrico de corriente continua mecánicamente conmutado utilizando el look-up table.

El número de revoluciones por minuto del motor eléctrico de corriente continua mecánicamente conmutado se puede detectar de una manera simple y muy exacta mediante un contador no ilustrado, el cual cuenta también los pasajes por cero de la señal de salida del comparador (denominada C_{out} en la figura 4).

Para resaltar aún más las ventajas del look-up table las figuras 6 y 7 representan otro ejemplo de la resistencia del inducido de un motor eléctrico de corriente continua mecánicamente conmutado a través del tiempo, mostrando la figura 7 un detalle ampliado de la figura 6.

Además es preferible que los valores del look-up table se vayan concretizando según el desarrollo a través del tiempo de la resistencia del inducido (véase la figura 8). Después de cierto tiempo estos valores son muy estables.

Sin embargo los valores en los que se basa el look-up table pueden estar predefinidos, de modo que estos valores predefinidos ya se almacenan por parte de la fábrica. Asimismo es posible modificar estos valores más adelante utilizando los valores determinados durante la operación del motor eléctrico de corriente continua mecánicamente conmutado, es decir adaptarlos a las distintas condiciones de servicio.

Por lo tanto la posición del rotor puede determinarse con mayor exactitud utilizando los valores de la resistencia del inducido junto con el look-up table, comparado con el solo conteo de los procesos de conmutación.

Con el look-up table es posible representar la función del ángulo de rotación (theta) en función del tiempo, como se ve en la figura 9, no solamente por cada paso de conmutación sino también entre los pasos de conmutación individuales, dependiendo del número de valores incluidos en el look-up table.

REIVINDICACIONES

1. Método para determinar la posición actual de un rotor, especialmente el ángulo de rotación del rotor, de un motor eléctrico, **caracterizado** porque

el valor actual de la resistencia del inducido ($R_{est}(t)$) o la conductancia del motor eléctrico se determina de manera continua a través del tiempo (t), y la posición actual (θ) del rotor del motor eléctrico se determina utilizando el valor actual de la resistencia del inducido ($R_{est}(t)$) o la conductancia del inducido del motor eléctrico.

2. Método para determinar el número de revoluciones por minuto y/o el ángulo de rotación (θ) de un motor eléctrico, **caracterizado** porque

- a) el valor actual de la resistencia del inducido ($R_{est}(t)$) o la conductancia del inducido del motor eléctrico se determina de manera continua a través del tiempo, y
- b) se determina el promedio (R_{mean}) de los valores así obtenidos, y
- c) el valor actual de la resistencia del inducido ($R_{est}(t)$) o la conductancia del inducido se compara con el promedio (R_{mean}), y
- d) se determina el número de revoluciones por minuto y/o el ángulo de rotación del motor eléctrico utilizando el cambio de la resistencia del inducido ($R_{est}(t)$) o la conductancia del inducido del motor eléctrico relativo al promedio (R_{mean}).

3. Método según la reivindicación 2, **caracterizado** porque

- c1) se detecta el número de casos en los que el valor actual ($R_{est}(t)$) coincide con el promedio (R_{mean}), o
- c2) se compara el valor actual ($R_{est}(t)$) de la resistencia del inducido o la conductancia del inducido con el promedio (R_{mean}) en un comparador, siendo una señal de comparación (C_{out}) el resultado de la comparación, con signo positivo o negativo, y detectándose el número de pasajes por cero ($C_{out} = 0$), o
- c3) se resta el valor actual de la resistencia del inducido ($R_{est}(t)$) o la conductancia del inducido y el promedio el uno del otro ($R_{est}(t) - R_{mean}$) y se detecta el número de pasajes por cero ($0 = R_{est}(t) - R_{mean}$) de la señal de sustracción,
- d) y del número determinado en los pasos c1), c2) o c3) se deriva el número de revoluciones por minuto y/o el ángulo de rotación del motor eléctrico.

4. Método según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque

el valor actual de la resistencia del inducido ($R_{est}(t)$) o la conductancia se determina utilizando la corriente consumida por el motor eléctrico, el voltaje aplicado y al menos un parámetro más.

5. Método según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la corriente del inducido se utiliza como corriente consumida y el voltaje del inducido se utiliza como voltaje aplicado.

6. Método según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el motor eléctrico es un motor eléctrico de corriente continua mecánicamente conmutado.

7. Método según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la ondulación de la resistencia del inducido ($R_{est}(t)$) o la conductancia se utiliza para el análisis.

8. Método según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque otro parámetro es la inductancia del motor y/o la constante de flujo del motor eléctrico.

9. Método según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque se crea un look-up table para los valores de la resistencia del inducido ($R_{est}(t)$) o la conductancia existentes en función del tiempo durante una revolución del motor eléctrico o del rotor del motor eléctrico.

10. Método según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque los valores del look-up table se ajustan de manera continua según los valores determinados de la resistencia del inducido ($R_{est}(t)$) o la conductancia.

ES 2 327 565 T3

11. Método según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque los valores del look-up table se preasignan por parte de la fábrica.

5 12. Método según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque se utiliza el número de revoluciones por minuto, el ángulo de rotación y/o la posición del rotor del motor eléctrico para determinar la posición del elemento que se mueve mediante el motor eléctrico.

13. Método según la reivindicación 12, **caracterizado** porque
10 el elemento que se mueve mediante el motor eléctrico es un techo corredizo, una ventanilla o una puerta de un vehículo de motor.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

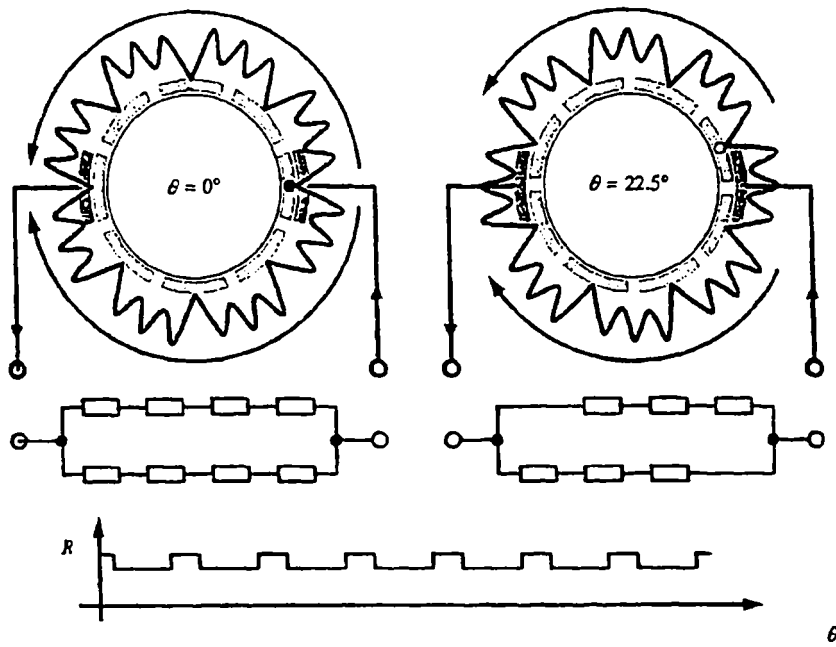


Fig. 1

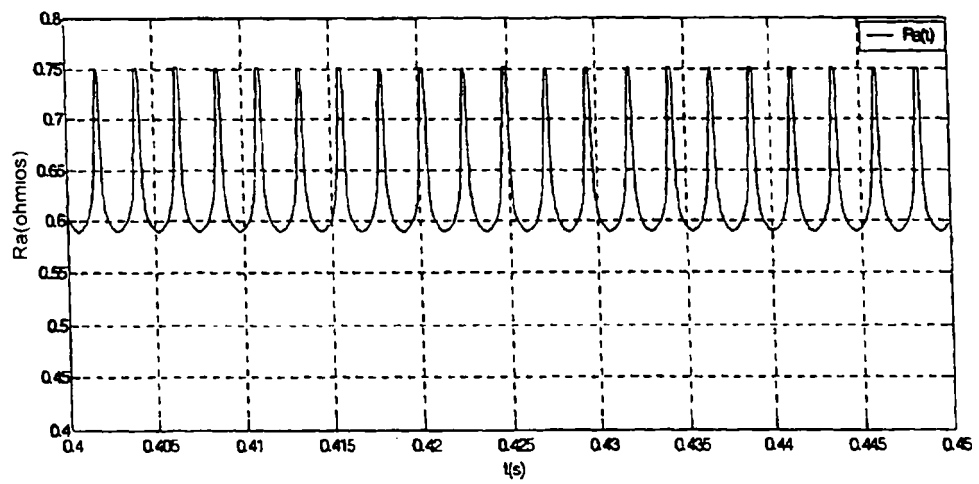


Fig. 2

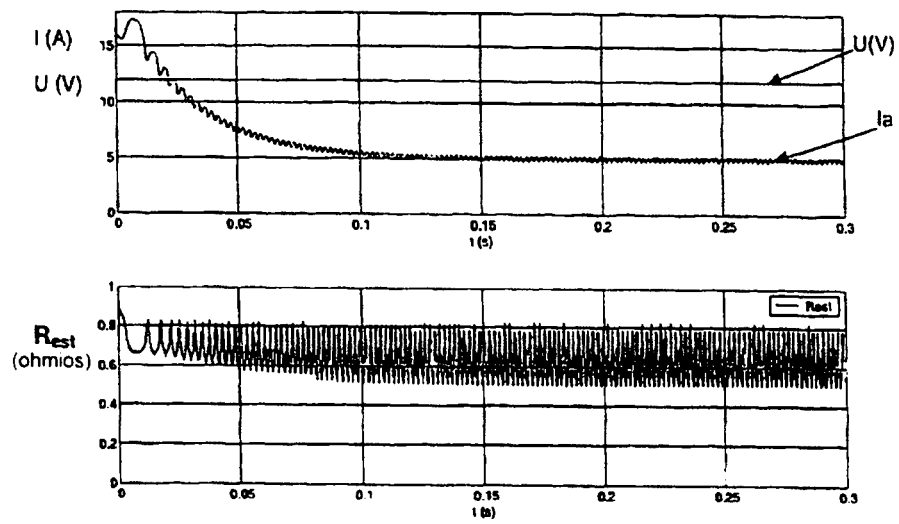


Fig. 3

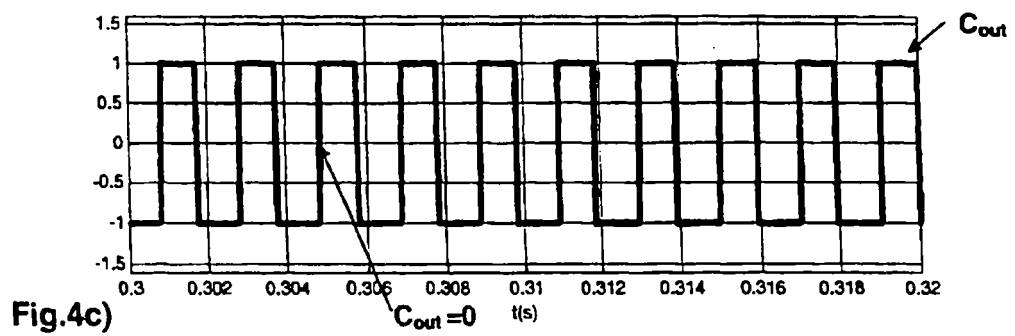
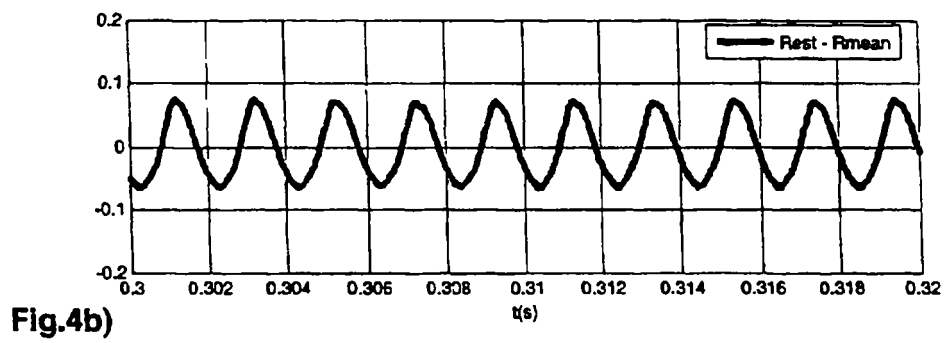
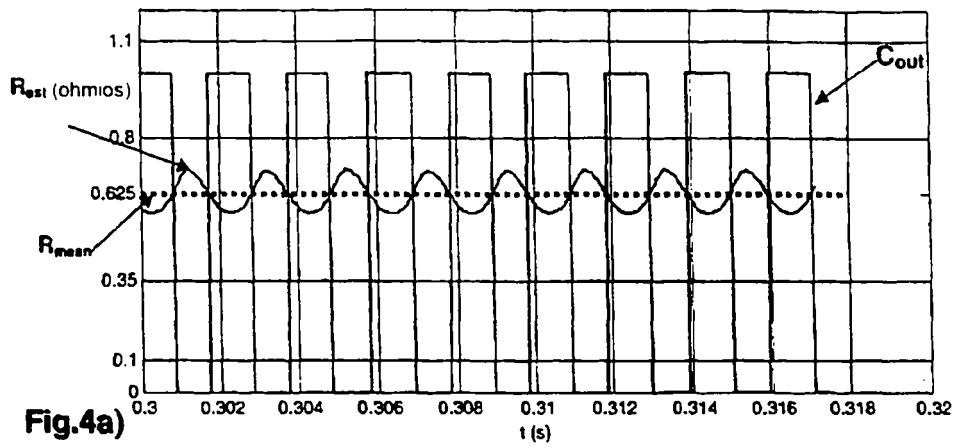


Fig. 4

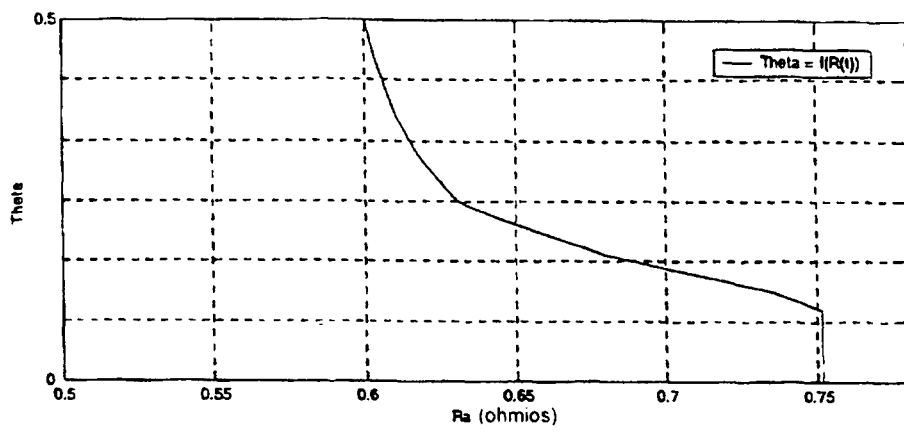


Fig. 5

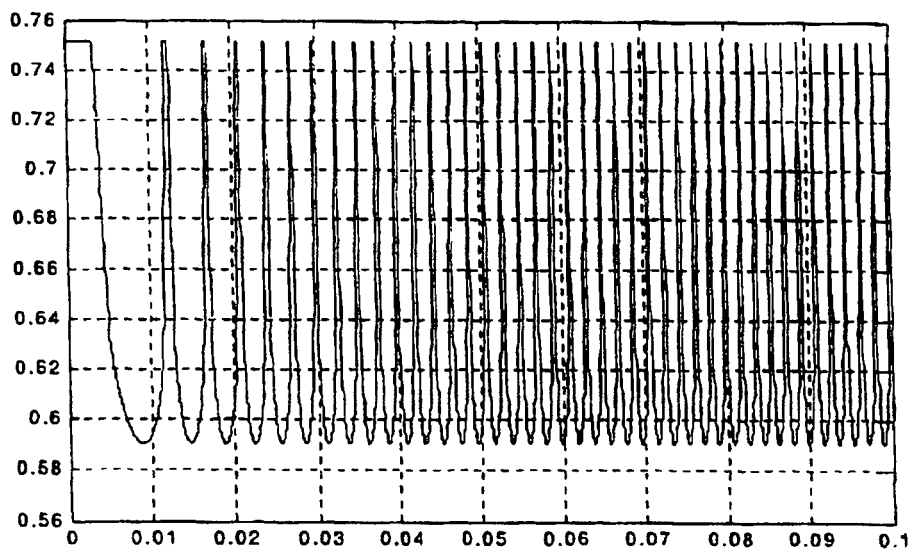


Fig. 6

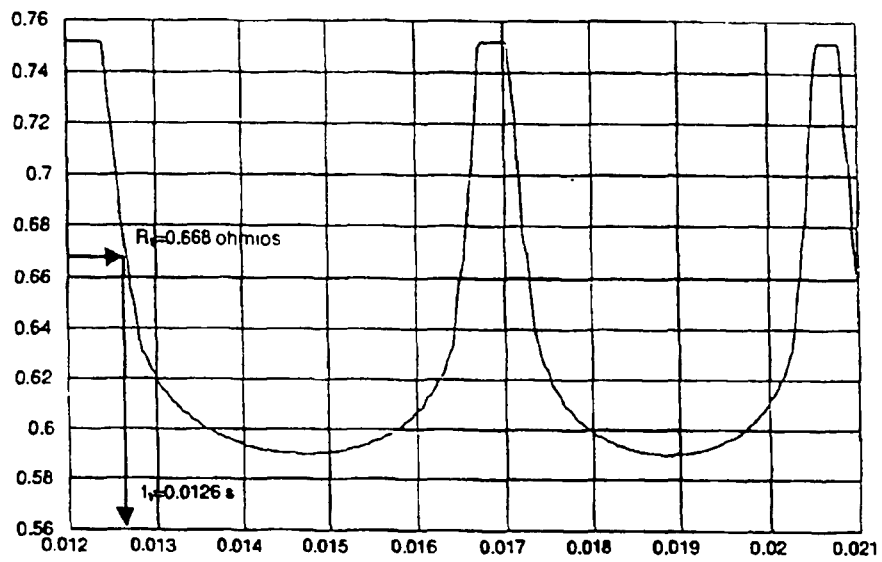


Fig. 7

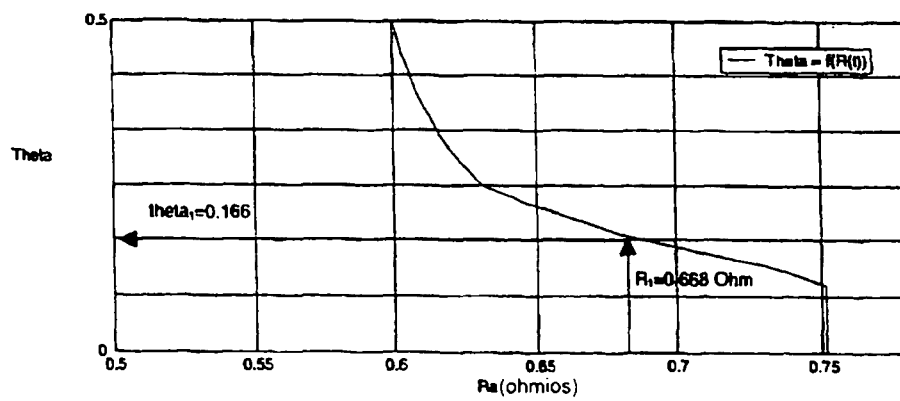


Fig. 8

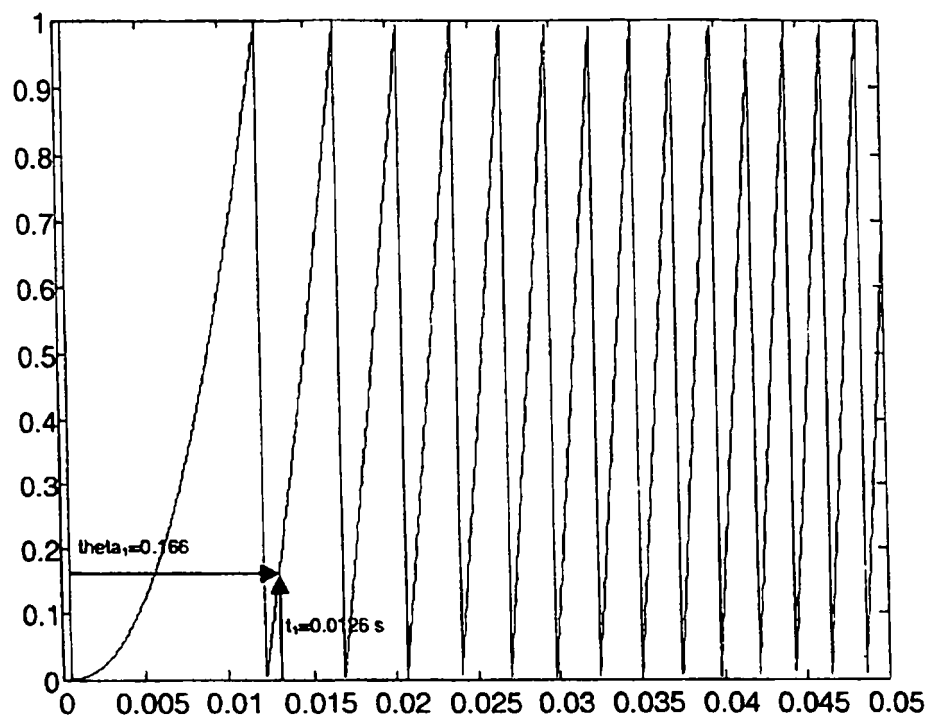


Fig. 9