



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 300 449**

51 Int. Cl.:
G01P 3/48 (2006.01)
H02P 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **02738122 .7**
86 Fecha de presentación : **29.05.2002**
87 Número de publicación de la solicitud: **1390763**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **25.02.2004**

54 Título: **Procedimiento para corregir la determinación de la posición rotacional del árbol de transmisión de un motor de corriente continua conmutada.**

30 Prioridad: **30.05.2001 DE 101 26 167**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.06.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.06.2008

73 Titular/es: **Leopold Kostal GmbH & Co. KG.**
Wiesenstrasse 47
58507 Lüdenscheid, DE

72 Inventor/es: **Gerlach, Tobias**

74 Agente: **Sugrañes Moliné, Pedro**

ES 2 300 449 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 para corregir la determinación de la posición rotacional del árbol de transmisión de un motor de corriente continua conmutada.

5

La invención se refiere a un método para corregir una determinación de una posición angular de un eje de accionamiento de un motor de corriente continua conmutado mediante el análisis del rizado (ripple) de corriente contenido en la corriente del inducido cuando aparecen rizados intempestivos o dobles.

10 La señal de corriente del inducido de un motor de corriente continua conmutado comprende una componente continua y una componente alterna superpuesta con la componente continua. La componente alterna resulta de la interacción cuando funciona el motor de corriente continua, entre el imán (el campo magnético), el devanado del inducido y el conmutador del motor de corriente continua. Esto se manifiesta por una breve variación de la tensión inducida de lo que resulta la ondulación de la señal de corriente del inducido. Los picos de corriente contenidos en la señal de corriente del inducido - llamados a continuación rizado (ripple en inglés) de corriente - aparecen en una revolución del inducido con una frecuencia que depende del número de delgas del colector. Por ejemplo, si el colector de inducido tiene diez delgas, entonces se encontrarán 10 rizados en la señal de salida del inducido. La cuenta del rizado puede proporcionar información sobre la posición angular actual del inducido del motor de corriente continua y de este modo sobre la del elemento accionado por el mismo, dentro de su intervalo de movimiento predeterminado. Con este objeto y para poder realizar la cuenta correspondiente, se digitaliza la señal analógica del inducido.

Con el fin de realizar una detección del rizado de corriente lo más libre de errores posible, y para reducir las influencias perturbadoras, se efectúa antes un tratamiento de la señal analógica de la corriente del inducido y en su caso también después de la digitalización. Para el tratamiento de la señal de corriente del inducido se realizan filtrados que se configuran como filtros de paso bajo y/o como filtros de frecuencias. Un método de tratamiento de señal de este tipo se encuentra descrito por ejemplo, en el documento DE 195 11 307 C1. El sentido y la finalidad de un tratamiento de la señal de este tipo consiste en obtener una señal de corriente del inducido precisa, lo más libre posible de influencias de perturbaciones, de manera que esta señal de corriente del inducido tratada pueda ser analizada a continuación respecto al rizado de corriente contenido en ella. Para la determinación de la posición se cuenta el rizado, puesto que el resultado de la cuenta proporciona información directa sobre la posición angular actual del eje de accionamiento o del inducido del motor de corriente continua. Para la cuenta del rizado de corriente contenido en la señal de corriente del inducido se utilizan normalmente algoritmos para la determinación de máximos o de mínimos o bien para la determinación de pasos por cero.

35 Sin embargo, con los métodos de tratamiento de señal conocidos, las influencias perturbadoras contenidas en la señal de corriente del inducido se pueden evitar suficientemente o minimizar cuando el rizado de corriente contenido en la señal de corriente del inducido está presente de manera bien definida en esta señal de corriente del inducido. Por esta razón, para la determinación de posición sin sensor mediante el rizado de corriente contenido en la señal de corriente del inducido, solamente se utilizan los motores de corriente continua que tienen colectores de alta calidad y que se fabrican o procesan con gran esmero. En consecuencia, una determinación de posición de este tipo no puede realizarse en motores de corriente continua económicos que tienen una componente de corriente alterna distorsionada en la señal de corriente del inducido.

Ocorre sin embargo, que en la señal de corriente del inducido aparecen rizados intempestivos y/o dobles debido a los cuales, el resultado de la cuenta de rizados de corriente queda fundamentalmente falseado. Para la correspondiente corrección del resultado de la cuenta de rizados en el caso de que aparezcan rizados intempestivos y/o dobles, normalmente se añade al método de tratamiento de señal un método de corrección, con el cual se debe reconocer la aparición de rizados intempestivos y/o dobles, para poder aplicar a continuación la corrección deseada al resultado de la cuenta de rizados. La utilización de un método de este tipo es necesaria, pues estos errores están condicionados por el conmutador o por otras influencias de perturbaciones superpuestas, por ejemplo la ondulación de la corriente de a bordo, y no pueden ser eliminados mediante el tratamiento de la señal de corriente del inducido sin otras medidas. Se conoce una medida correctiva de este tipo por ejemplo, por el documento DE 197 29 238 C1. En este método, para cada punto de la detección del rizo de corriente, a partir de la velocidad de giro determinada por la corriente y por la característica del motor, se calcula el tiempo para la detección de próximo rizo de corriente. Este tiempo cae dentro de un intervalo de tolerancia predeterminado en relación con su magnitud. En el método conocido por este documento, el tiempo calculado para el siguiente punto de conmutación (rizo de corriente) más probable se amplía con el valor de la tolerancia predeterminado. De este modo, los rizados de corriente que no aparecen en el tiempo calculado, o antes, solo se reconocen como rizado intempestivo, cuando tampoco se ha detectado un rizo de corriente dentro del intervalo de tolerancia. Este método requiere sin embargo un gran volumen de cálculo.

60

Partiendo del estado de la técnica comentado, el objeto de la presente invención consiste en proporcionar un método según el preámbulo mencionado al principio, que permita la detección segura de rizados intempestivos y dobles con una menor dificultad de cálculo respecto de los métodos conocidos en el estado de la técnica.

65 Según la invención este objeto se consigue de modo que

- en un primer paso se realiza un análisis espectral de la corriente del inducido respecto a los componentes de frecuencia contenidos en la corriente del inducido,

- a continuación se controla la frecuencia actual del rizado de corriente contenida en la señal de corriente del inducido cuando funciona el motor de corriente continua, obtenida por el análisis espectral, respecto a la presencia de cambios intempestivos en dicha frecuencia, y
- en el caso de la detección de un cambio intempestivo de este tipo en la frecuencia actual del rizado de corriente, se realiza una corrección del resultado de la cuenta del rizado de corriente.

En el método de la invención, en un primer paso se realiza un análisis espectral de la señal de corriente del inducido respecto a los componentes de frecuencia contenidos en la corriente del inducido. En el análisis espectral se encuentra el rizado de corriente en una frecuencia determinada y con una amplitud también determinada. La frecuencia del rizado de corriente es proporcional a la velocidad de giro actual del motor de corriente continua. Las frecuencias que aparecen durante el funcionamiento del motor, o sea las frecuencias que aparecen a las distintas velocidades de giro, son conocidas y si se desea, en caso necesario, pueden ser comprobadas mediante un cálculo a partir de la corriente actual del motor y de las características del motor. La frecuencia del rizado de corriente que aparece en el funcionamiento del motor de corriente continua puede determinarse de distintas maneras, por ejemplo eliminando ciertas frecuencias en el análisis espectral bien porque su amplitud es muy pequeña o porque la velocidad de giro no sería posible para el motor de corriente continua, y de este modo no se tienen en cuenta para el tratamiento posterior. La frecuencia del rizado contenido en la señal de corriente del inducido determinada de este modo durante el funcionamiento del motor es una medida directa de la velocidad de giro actual del motor de corriente continua, a partir de la cual se puede calcular una posición o un ángulo de giro.

Las variaciones debidas al régimen de funcionamiento del motor de corriente continua tienen como resultado variaciones en la frecuencia del rizado contenido en la señal de corriente del inducido. En consecuencia las variaciones en la frecuencia del rizado de corriente se deben atribuir a variaciones en la velocidad de giro del motor de corriente continua.

Para realizar el análisis espectral, a continuación se puede digitalizar la señal analógica de corriente del inducido y luego se puede transformar mediante una transformación Fast-Fourier en su intervalo de frecuencias. Estas etapas del método se pueden configurar con menor volumen de cálculo. Esto tiene también como consecuencia el que estos cálculos se puedan realizar sin dificultad en cada instante del muestreo digital de la señal analógica de corriente del inducido, de modo que la determinación de la posición angular del eje de accionamiento o del inducido pueda realizarse con una resolución temporal muy elevada. En consecuencia este método puede también utilizarse para poder aplicar los métodos de corrección en los que se precisa la velocidad de giro actual del motor de corriente continua. En particular, con este método, cuando se realizan las etapas del método sincronizadas con el muestreo digital, las variaciones del régimen de funcionamiento se pueden captar en tiempo casi real, y de este modo pueden ser tenidas en cuenta para la determinación de la posición angular actual.

En el método según la invención se prevé controlar la frecuencia de funcionamiento del rizado contenido en la señal del inducido respecto a variaciones intempestivas de la frecuencia del rizado. En el caso de que aparezcan rizados intempestivos y/o dobles, tiene lugar una variación intempestiva de la frecuencia de rizado actual, de modo que después de la detección de una variación intempestiva de este tipo en la frecuencia de rizado actual, se puede realizar una corrección del cálculo de la cuenta de rizado y con ello se puede realizar la determinación de la posición actual. La detección de una variación intempestiva de este tipo en la frecuencia del rizado de corriente puede someterse a un control de plausibilidad, por ejemplo mediante la duración de la variación de frecuencia o mediante el salto de frecuencia, para de este modo evitar una interpretación de frecuencias no inducidas por rizado de corriente. Con un método de corrección de este tipo es posible realizar de modo simple una corrección de los rizados intempestivos y/o dobles, sin que sea necesario aplicar los costosos algoritmos que requieren gran volumen de cálculo, necesarios para reconocer los rizados intempestivos y/o dobles.

A diferencia del estado de la técnica conocido, en el método reivindicado no se realiza ningún filtrado de frecuencias, sino que tiene lugar una determinación directa de la frecuencia del rizado de corriente actual, mediante la separación de los componentes de frecuencia que se superponen con la señal de corriente del inducido como influencias perturbadoras. En este método, la observación de la frecuencia del rizado de corriente se realiza inmediatamente sin que para ello sea necesaria fundamentalmente una detección previa de rizado de corriente o un tratamiento de señal especial. Por este motivo este método es adecuado especialmente también, para la determinación sin sensor de la posición en motores de corriente continua conmutados con bajas exigencias sobre su calidad, utilizando el rizado de corriente contenido en la corriente del inducido.

A continuación se describe de nuevo la invención con la ayuda de las figuras.

Las Figs. 1a, 1b muestran diagramas que representan la frecuencia del rizado de corriente en la señal de la corriente del inducido de un motor de corriente continua conmutado, y

las Figs. 2a, 2b muestran diagramas que representan la frecuencia del rizado de la corriente en la señal de la corriente del inducido de un motor de corriente continua conmutado con las influencias perturbadoras contenidas en la señal de la corriente del inducido.

La Fig. 1a muestra la señal de la corriente de inducido analógica de un motor de corriente continua conmutado durante su funcionamiento. Se reconoce claramente el perfil ondulado de la señal del inducido que forma el rizado de corriente. La frecuencia del rizado de la corriente en la señal de corriente del inducido es proporcional a la velocidad de giro del motor de corriente continua, aumentando la frecuencia de los rizados de corriente cuando aumentan las revoluciones y a la inversa.

Después de un muestreo digital de la señal de corriente del inducido mostrada en la Fig. 1a se aplica a ésta una transformación Fast-Fourier, para poder obtener los componentes de frecuencia contenidos en la señal de corriente del inducido de la Fig. 1a. Los componentes de frecuencia contenidos en la corriente del inducido de la Fig. 1a están representados en la Fig. 1b. En este diagrama se encuentran las frecuencias en kHz en el eje X y las amplitudes de las frecuencias en el eje Y. En la señal de corriente del inducido de la Fig. 1a, como resultado de este análisis espectral, se encuentran tres frecuencias superpuestas. Los dos componentes que se encuentran en valores más altos, de unos 1,2 kHz y 1,8 kHz, debido a su amplitud no se consideran rizado de corriente. La oscilación también reconocible en la Fig. 1a se refleja mucho más en estas dos frecuencias. La frecuencia del rizado de corriente se encuentra en unos 0,2 kHz y se reconoce también en la Fig. 1b por la amplitud bien definida. El que las frecuencias de 1,2 kHz y de 1,8 kHz no sea rizado de corriente resulta claro también del hecho de que no se puede realizar un motor de corriente continua con una señal de corriente como la representada en la Fig. 1 y una frecuencias de 1,2 y 1,8 kHz.

Las Figs. 2a y 2b muestran una representación de este tipo, aunque sin embargo, en la Fig. 2a se reproduce la señal de corriente del inducido de otro motor de corriente continua. Puede reconocerse que en esta señal de corriente, sobre el rizado de corriente se superponen influencias perturbadoras. Después de la digitalización de esta señal de corriente del inducido y de la transformación al intervalo de frecuencias se obtiene el espectro de frecuencias representado en la Fig. 2b. Este espectro de frecuencias tiene un número de distintas frecuencias que participan en la producción de la señal de corriente de inducido mostrada en la Fig. 2a. Mediante una definición previa de la frecuencia del rizado de corriente, que por ejemplo se ha realizado mediante un calibrado del sistema, se conoce que con la velocidad de giro representada en las Figs. 2a y 2b el rizado de corriente tiene una frecuencia cerca de 0,15 kHz. Cuando se analiza el espectro de frecuencia respecto a una velocidad de giro variable para la determinación de la posición de un eje de accionamiento, se observa en consecuencia exclusivamente esta frecuencia. Las otras frecuencias no se incluyen en el análisis posterior.

Las variaciones de la frecuencia del rizado de corriente que reproducen las variaciones en las revoluciones propias del funcionamiento, se manifiestan en una variación gradual de la frecuencia del rizado de corriente. Las influencias perturbadoras superpuestas con la frecuencia del rizado de corriente permanecen sin tener en cuenta las variaciones de este tipo. Aquellas influencias perturbadoras que están determinadas por el conmutador, varían a su vez su frecuencia con las revoluciones de manera que éstas en principio también pueden ser observadas.

Cuando aparecen rizados intempestivos o dobles, la frecuencia del rizado de corriente cambia bruscamente, de manera que con el método descrito se detectan también sin dificultad. Los rizados intempestivos o dobles son observables solo por poco tiempo y por ejemplo, pueden detectarse debido a esta propiedad en el espectro de frecuencia de las perturbaciones.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para corregir una determinación de una posición angular de un eje de accionamiento de un motor de corriente continua conmutado mediante el análisis del rizado de la corriente contenido en la corriente de inducido cuando aparecen rizados intempestivos o dobles, **caracterizado** porque

- en un primer paso se realiza un análisis espectral de la señal de la corriente de inducido respecto a los componentes de frecuencia contenidos en la señal de la corriente de inducido,
- a continuación se controla la frecuencia actual del rizado de la corriente contenida en la señal de la corriente de inducido, que aparece cuando funciona el motor de corriente continua, obtenida por el análisis espectral, respecto a la presencia de cambios intempestivos en dicha frecuencia, y
- en el caso de la detección de un cambio intempestivo de este tipo en la frecuencia actual del rizado de la corriente, se realiza una corrección del resultado del recuento del rizado de la corriente.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la señal analógica de la corriente de inducido se digitaliza antes de realizar el análisis espectral.

3. Procedimiento según la reivindicación 2 **caracterizado** porque, para realizar el análisis espectral, la señal de la corriente de inducido digitalizada se transforma mediante una transformación rápida de Fourier en su gama de frecuencias.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque los pasos del procedimiento se realizan en cada instante del muestreo digital de la señal analógica de la corriente de inducido.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones de 1 a 4, **caracterizado** porque se controla la frecuencia del rizado de la corriente contenida en la señal de la corriente de inducido que aparece cuando funciona el motor de corriente continua, respecto a la aparición de variaciones de esta frecuencia debidas al funcionamiento, y se realiza un análisis adicional mediante el tratamiento de las diferencias respecto de una o varias frecuencias de rizado la de corriente determinadas anteriormente.

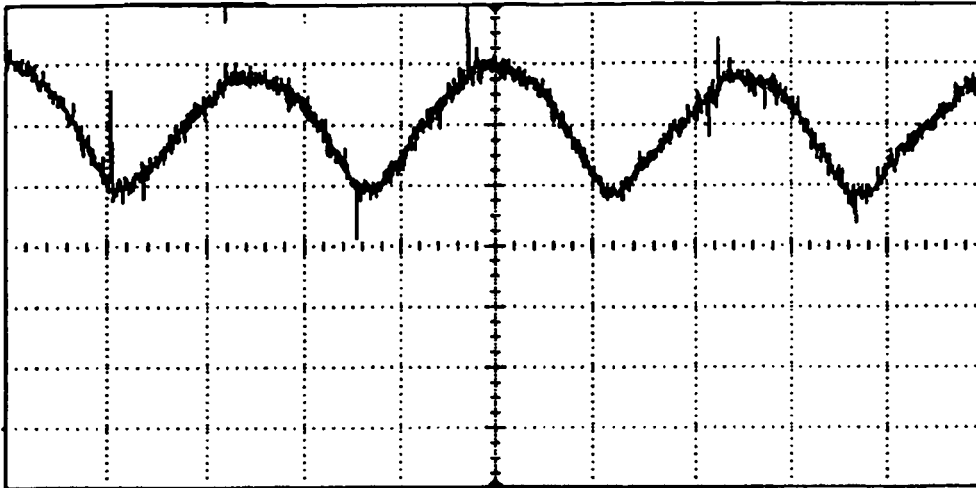


Fig. 1a

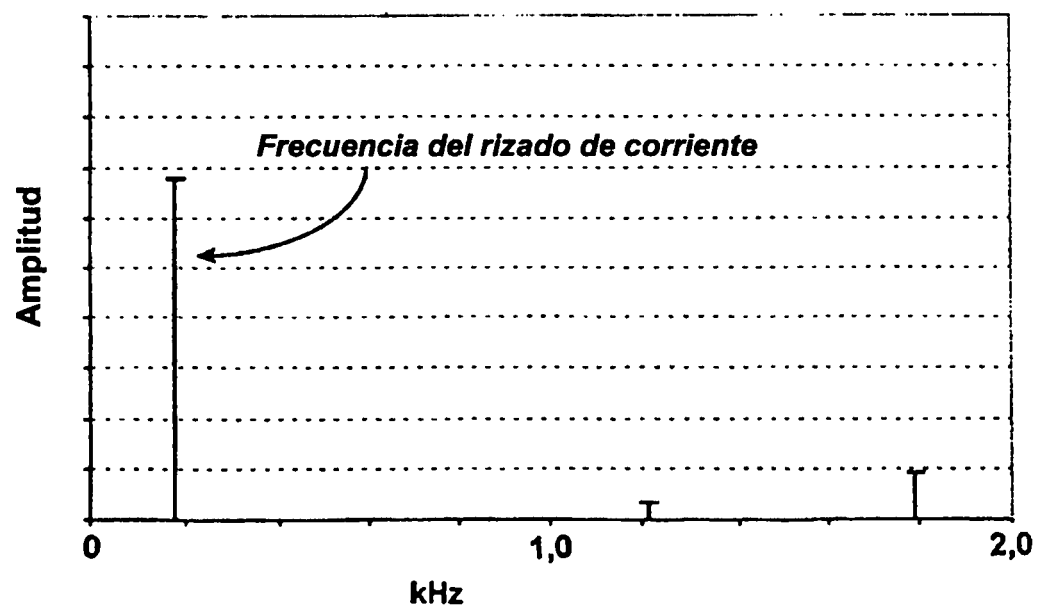


Fig. 1b

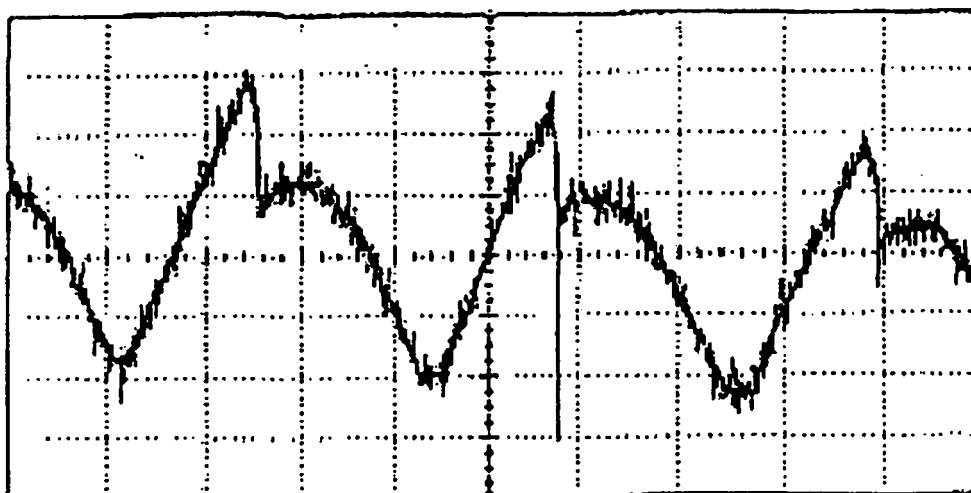


Fig. 2a

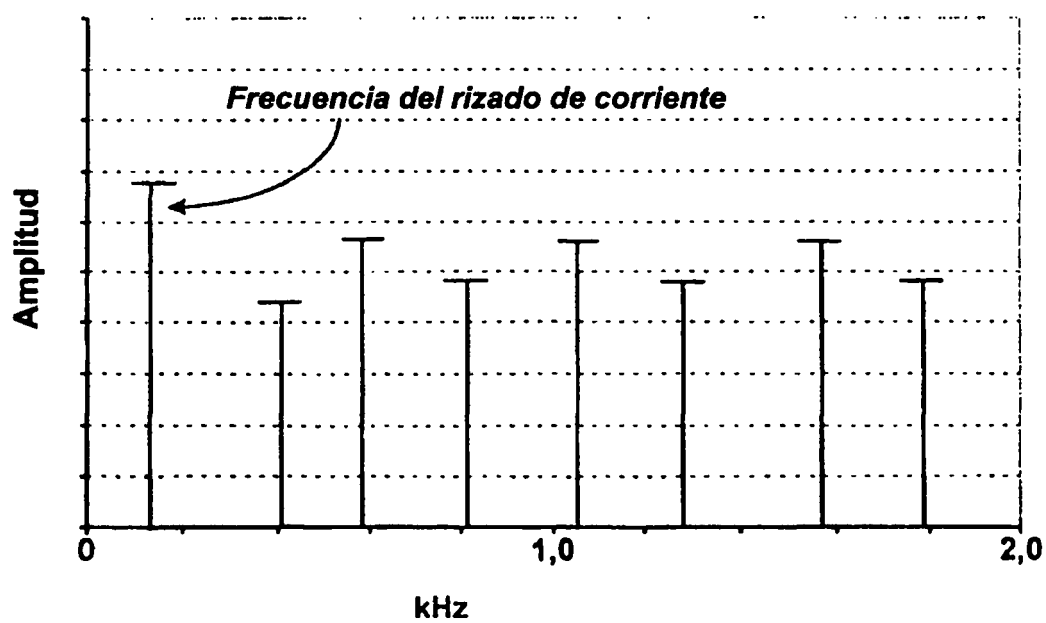


Fig. 2b