



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 355 608**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02732713 .9**

96 Fecha de presentación : **14.05.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1393433**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.03.2004**

54 Título: **Procedimiento para determinar la posición angular de un eje de accionamiento de un motor de corriente conmutado.**

30 Prioridad: **21.05.2001 DE 101 24 614**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.03.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.03.2011

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

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

74 Agente: **Sugrañes Moliné, Pedro**

ES 2 355 608 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

La invención se refiere a un procedimiento para determinar la posición angular de un eje de accionamiento de un motor de corriente continua conmutado mediante el análisis del rizado contenido en la corriente de inducido, realizándose en dicho procedimiento la corrección de la cuenta de los rizados en el caso de rizados fallidos o de rizados dobles.

La señal de corriente de inducido de un motor de corriente continua comprende una componente continua y una componente alterna superpuesta con la componente continua. Cuando funciona el motor de corriente continua, la componente alterna se genera por la interacción entre el imán (el campo), 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 de inducido. Los picos de corriente contenidos en la señal de corriente de inducido – llamados a continuación rizados de corriente – y generados del modo descrito 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 de los rizados 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.

Durante el funcionamiento de un motor de corriente continua, puede ocurrir especialmente bajo carga, que los rizados de corriente contenidos en la señal de corriente de inducido aparezcan distorsionados, manifestándose esta distorsión a través de dos picos de corriente. Estos picos de corriente se conocen como rizados dobles. Como consecuencia de la digitalización de una señal de corriente de inducido de este tipo, debido a esta distorsión, en lugar de registrarse un pico de corriente en esta posición, se detecta una señal de rizados de corriente con dos rizados. La cuenta de este rizo doble conduce a una determinación errónea de la posición del elemento accionado. Lo mismo vale para la ausencia de un rizo de corriente cuando el eje está efectivamente girando, lo que en este caso se denomina rizo fallido. Estos errores están condicionados por el conmutador y no se pueden eliminar si no es mediante un procesamiento de la señal de corriente de inducido.

Se conoce por el documento DE 197 29 238 C1 una medida correctiva según la cual la ausencia de un rizo de corriente esperado se corrige en la cuenta únicamente cuando el rizo esperado no se detecta dentro de un intervalo de tolerancia alrededor del instante esperado. El intervalo de tolerancia está fijado previamente. En el procedimiento conocido por este documento, el instante calculado para el siguiente punto de conmutación más probable se amplía en la magnitud del intervalo de tolerancia. De este modo los rizados de corriente que no aparecen en o antes del instante calculado se reconocen como rizados fallidos, únicamente cuando además no se detecta un rizo de corriente dentro del intervalo de tolerancia. Con este procedimiento es posible una detección de rizados satisfactoria en el caso de un funcionamiento estacionario o casi estacionario del motor de corriente continua, en el que los rizados fallidos o dobles se corrigen correspondientemente. Si se detecta un rizo de corriente después del límite superior del intervalo de tolerancia, el sistema concluye que no ha aparecido el rizo de corriente por fallo y el resultado de la cuenta se corrige correspondientemente. Sin embargo, durante el funcionamiento de un motor eléctrico de corriente continua pueden aparecer modos de funcionamiento en los cuales la duración del período del rizado de corriente aumenta de forma brusca. Un modo de funcionamiento de este tipo aparece por ejemplo cuando el aumento del momento de carga tiene forma de salto, por ejemplo porque el motor eléctrico trabaja contra un tope. Puesto que en una situación de este tipo el rizo de corriente se detecta después de concluido el intervalo de tolerancia, el sistema realiza una falsa corrección de la cuenta. En consecuencia la determinación de la posición del inducido es falsa. Si se repiten sucesos de este tipo el resultado final se falsea de forma creciente.

Se conoce por el documento DE 198 34 108 A1 un procedimiento para la determinación del número de vueltas en motores eléctricos a partir de los rizados de corriente. En este procedimiento se determina un intervalo de tiempo dentro del cual se ha de detectar el rizo siguiente. El tamaño de este intervalo de tiempo a explorar se determina en función del rizo detectado anteriormente, por ejemplo usando para el cálculo la distancia entre los dos últimos rizados detectados. En el caso de que falte un rizo ya no es posible el cálculo del siguiente intervalo pues falta la distancia temporal, es decir a medida que aumenta el número de rizados fallidos aumenta la imprecisión, pues se ha de recurrir a la distancia temporal entre rizados muy anteriores.

Partiendo del estado de la técnica comentado, el objeto de la invención consiste en desarrollar el anterior procedimiento explicado al inicio de tal modo que se evite la interpretación errónea de los rizados fallidos del estado de la técnica anterior, o por lo menos que la reduzca ampliamente.

Según la invención este objeto se consigue de modo que después de la detección de un rizo de corriente en un instante, en un instante posterior o en varios instantes posteriores, siendo el intervalo de tiempo entre cada instante posterior y el instante de la detección anterior de un rizo de corriente, inferior al período del rizado de corriente, se calcula el ángulo de giro recorrido desde el instante de la detección del rizo de corriente y el instante esperado para la detección del rizo de corriente siguiente, a partir de los datos característicos actuales de la corriente y del motor, y de modo que se realiza una corrección del resultado de la cuenta de rizados de corriente en el caso de que haya una coincidencia insuficiente entre el instante esperado a partir del cálculo y el instante de la detección efectiva de un rizo de corriente.

En el procedimiento según la invención se calcula el ángulo de giro recorrido entre el instante de la última detección de un rizo y el instante actual, a partir de los datos característicos actuales de la corriente y del motor en uno o en varios instantes después de una primera detección de un rizo de corriente y antes de la detección de otro rizo de corriente. Puesto que se conoce el recorrido angular que falta hasta la próxima detección de un rizo de corriente, y dado que a partir de los datos característicos del motor se conoce la distancia angular entre dos rizos de corriente sucesivos, es posible determinar el instante esperado para la próxima detección de un rizo de corriente mediante los datos característicos del motor, por ejemplo la velocidad de giro o la aceleración angular. Únicamente en el caso de que la coincidencia entre el instante esperado por cálculo y el instante de la detección efectiva del rizo de corriente no coincidan suficientemente, se corrige el resultado de la cuenta consecuentemente. El cálculo puede realizarse en cada instante del muestreo digital de la señal analógica de la corriente del inducido. En el cálculo entran regularmente los datos del motor actuales, de manera que las variaciones del estado de funcionamiento que se producen transitoriamente se toman en cuenta inmediatamente y por ejemplo, cuando el motor funciona contra un tope, como es el caso de un atrape al utilizar el motor de corriente continua como elevadoras, se produce un desplazamiento del instante esperado para la próxima detección de un rizo. Mediante el procedimiento reivindicado se realiza casi una prueba de plausibilidad del rizo de corriente detectado efectivamente. En el caso de un rizo de corriente fallido, el instante esperado por cálculo para la detección del siguiente rizo de corriente está tan naturalmente separado del instante de la detección efectiva del rizo de corriente siguiente, que se corrige consecuentemente el resultado de la cuenta de rizos. Lo mismo se aplica cuando aparecen rizos dobles.

Fundamentalmente, el procedimiento descrito no precisa trabajar necesariamente con un valor de tolerancia, mediante el cual deban compensarse las variaciones del estado de funcionamiento dentro de un periodo de rizado, en particular no es necesario cuando el cálculo se realiza al ritmo del muestreo digital de la señal analógica de corriente de inducido. Sin embargo con el fin de que variaciones del estado de funcionamiento del motor de corriente continua no generen interpretaciones erróneas, al instante esperado por cálculo para la siguiente detección de un rizo se le asigna un intervalo de tolerancia, de modo que este instante forme parte de un intervalo de tolerancia. El valor del intervalo de tolerancia puede ser constante. Sin embargo en una realización, se prevé que este intervalo de tolerancia se haga más pequeño a medida que aumente el intervalo de tiempo desde la última detección de un rizo de corriente. Esto es posible porque en cada instante del cálculo del instante esperado para la siguiente detección de un rizo dentro de un periodo, se toma en cuenta el estado de funcionamiento actual mediante el análisis de los datos de corriente del motor. Con el fin de reducir la dificultad del cálculo se puede prever que el modelo completo del motor se calcule solamente una vez dentro de un intervalo de tiempo predeterminado y que a continuación en los otros cálculos del instante esperado solo entren los valores diferenciales de los datos del motor. El modelo completo del motor puede calcularse al arranque de cada funcionamiento, en cada vuelta completa o por ejemplo en cada periodo de rizado.

El procedimiento es adecuado fundamentalmente para la determinación de la posición del eje del inducido durante todo el funcionamiento del motor de corriente continua. Sin embargo, en estados de funcionamiento estacionarios o casi estacionarios del motor de corriente continua, este control de plausibilidad en tiempo real fundamentalmente no es necesario. En los estados de funcionamiento estacionarios o casi estacionarios pueden utilizarse otros procedimientos que requieren menos dificultad de cálculo, por ejemplo un procedimiento en el que el cálculo del instante esperado para la detección del siguiente rizo se realiza con una tolerancia dinámica. El valor de la tolerancia se puede ajustar por ejemplo en dependencia con la variación del valor de la corriente de inducido. En el caso de que sobrepase un valor de la variación de corriente, entonces se conmuta desde un procedimiento con menor intensidad de cálculo al procedimiento reivindicado, con el fin de evitar una interpretación errónea de la señal de corriente de inducido detectada en este estado de funcionamiento crítico para la exacta cuenta de rizos.

A continuación se describe la invención mediante un ejemplo de realización y haciendo referencia a las figuras adjuntas. Las figuras muestran:

La Fig. 1: Un diagrama representando la señal analógica de corriente de inducido de un motor de corriente continua conmutado a lo largo de un ángulo de giro de 360° y

la Fig. 2: una representación ampliada de un rizo de corriente de la Fig. 1 con indicación de magnitudes características adicionales.

La señal analógica de corriente de inducido de un motor de corriente continua conmutado provisto de diez delgas de colector, mostrada en la Fig. 1, está representada a lo largo de una vuelta completa del eje del inducido del motor de corriente continua y con ello a lo largo de 360° . Dentro de este ángulo de giro el motor de corriente continua genera diez rizos, de manera que en una detección de acuerdo con las reglas se puede detectar un rizo cada 36° .

En la Fig. 2 se muestra ampliado uno de estos diez rizos de corriente. En la Fig. 2 están también indicados mediante cuadraditos rellenos los instantes de un muestreo digital de la señal analógica de corriente de inducido. En el ejemplo de realización representado, la detección de rizos de corriente tiene lugar mediante una detección de mínimos. Empezando en un instante t_0 , en el que se ha detectado un rizo de corriente efectivo, se calcula sucesivamente, con la frecuencia de muestreo de la señal analógica de corriente de inducido, en los instantes $t_{1...6}$, el ángulo girado desde el instante de la última detección de un rizo, y con ello el instante esperado

para la próxima detección de un rizo de corriente. Este se puede determinar a partir de la velocidad de giro calculada a su vez de los datos de motor actuales o bien de la aceleración angular. A medida que aumenta el intervalo de tiempo entre los instantes de cálculo $t_1 \dots t_6$ y el instante esperado por cálculo t_R para la siguiente detección de un rizo, mediante la toma en consideración de la influencia de los estados de funcionamiento actuales sobre los datos de corriente del motor, este instante t_R se puede predecir con mayor precisión. Por esta razón, en el ejemplo de realización presentado, los instantes t_R calculados para la próxima detección de un rizo están asociados a intervalos de tolerancia cada vez más pequeños, de los cuales el mayor (aquí 100%) es el del instante t_0 o instante del primer cálculo, y se reduce a medida que se hace mayor el intervalo desde el instante t_0 , hasta un instante de cálculo $t_1 \dots t_6$. En este ejemplo de realización el mínimo es un valor de la tolerancia del 10%. Este control de plausibilidad basado en el ángulo de giro para la detección de un rizo de corriente se repite de forma correspondiente en cada período de rizado.

En caso de que varíe el estado de funcionamiento, por ejemplo cuando el motor de corriente continua funciona contra un tope, esto resulta en un incremento de la corriente y en un aumento del periodo del rizado de corriente. Mediante los repetidos cálculos dentro del periodo de un rizo, del instante esperado por cálculo t_R para la siguiente detección de un rizo, se reconocen inmediatamente las variaciones de estado de funcionamiento de este tipo, de modo que el instante esperado por cálculo t_R para la siguiente detección de un rizo se ajusta y desplaza casi en tiempo real. Por esta razón, la falta de una detección de rizo efectiva en el instante originalmente calculado en el instante t_0 , no puede interpretarse como un rizo fallido, tal como ocurre en la técnica conocida.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para determinar la posición angular de un eje de accionamiento de un motor de corriente continua conmutado mediante el análisis del rizado contenido en la corriente de inducido, realizándose en dicho procedimiento la corrección de la cuenta de los rizados en el caso de rizados fallidos o de rizados dobles **caracterizado porque** después de la detección de un rizo de corriente en un instante (t_0), en un instante posterior o en varios instantes posteriores ($t_{1...n}$), siendo el intervalo de tiempo entre cada instante posterior ($t_{1...n}$) y el instante de la detección anterior (t_0) de un rizo de corriente, inferior al período del rizado de corriente, se calcula el ángulo de giro recorrido desde el instante (t_0) de la detección del rizo de corriente y el instante esperado (t_R) para la detección del rizo de corriente siguiente, a partir de los datos característicos actuales de la corriente y del motor, y de modo que se realiza una corrección del resultado de la cuenta de rizados de corriente en el caso de que haya una coincidencia insuficiente entre el instante esperado (t_R) a partir del cálculo y el instante de la detección efectiva de un rizo de corriente.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** los instantes del muestreo de la señal analógica de la corriente de inducido del motor de corriente continua se corresponden con los instantes ($t_{1...n}$) siguientes al instante (t_0) de una detección de rizo de corriente para el cálculo del ángulo de giro recorrido y del instante esperado para la siguiente detección de un rizo.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó la 2, **caracterizado porque** el instante calculado para la siguiente detección esperada de un rizo forma parte de un intervalo de tolerancia que lo contiene.
4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado porque** a medida que aumenta el intervalo de tiempo entre el instante del cálculo ($t_{1...n}$) y el instante anterior (t_0) de la última detección de un rizo de corriente, el intervalo de tolerancia del instante calculado para la siguiente detección esperada de un rizo de corriente se hace más pequeño.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones de la 1 a la 4, **caracterizado porque** este procedimiento se aplica en el caso de que se detecte una variación de corriente que sobrepase una medida definida, mientras que en el funcionamiento estacionario o casi estacionario del motor de corriente continua, después de una detección de un rizo de corriente, se calcula el instante para la siguiente detección esperada de un rizo de corriente, estando comprendido dicho instante calculado dentro de un intervalo de tolerancia, y la amplitud del intervalo de tolerancia que se extiende a un lado y al otro del instante para la detección esperada de un rizo de corriente, intervalo dentro del cual no se precisa una corrección del resultado de la cuenta, se adapta dinámicamente a las condiciones de funcionamiento variables del motor de corriente continua.
6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado porque** el intervalo de tolerancia se ajusta en función de la magnitud de una modificación del valor medio de la señal de corriente de inducido, aumentando el intervalo de tolerancia cuando crece el valor medio y disminuyendo cuando disminuye el valor medio.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado porque** en el tratamiento del valor medio de la señal de corriente de inducido se toma en cuenta un intervalo de tiempo constante que precede al instante actual.
8. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado porque** en el tratamiento del valor medio de la señal de corriente de inducido se toma en cuenta un intervalo de tiempo que precede al instante actual y de amplitud ajustable en función del estado de funcionamiento del motor de corriente continua.
9. Procedimiento según la reivindicación 7 ó la 8, **caracterizado porque** un ajuste de la amplitud del intervalo de tolerancia se realiza por pasos.

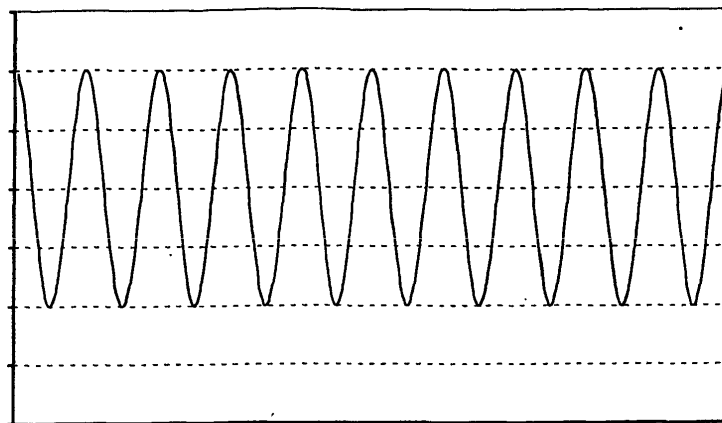


Fig. 1

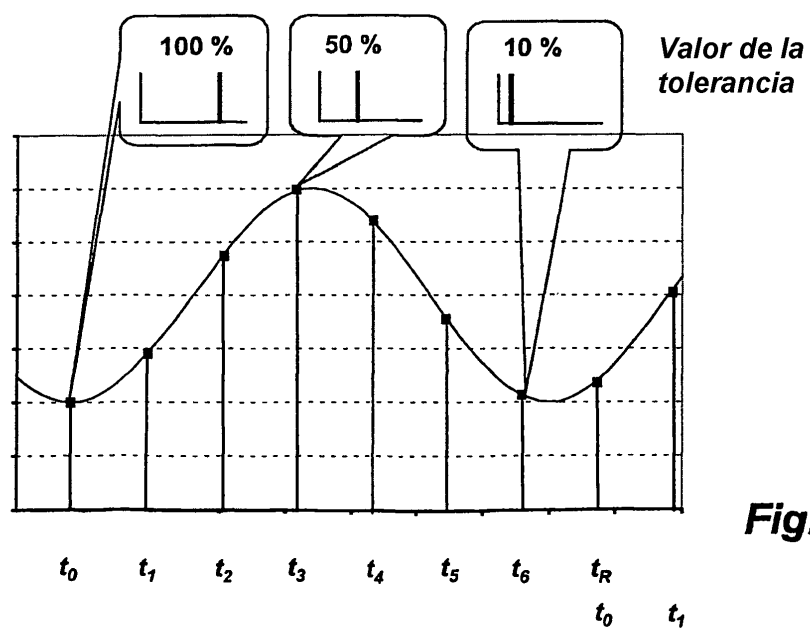


Fig. 2