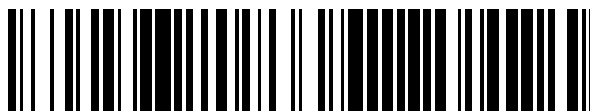


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 572 737**

51 Int. Cl.:

H02H 7/08 (2006.01)

H02H 7/093 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.06.2011** **E 11170172 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.03.2016** **EP 2535993**

54 Título: **Protección contra sobrecalentamiento rápida y redundante con parada segura para un motor de conmutación electrónica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.06.2016

73 Titular/es:

EBM-PAPST MULFINGEN GMBH & CO. KG
(100.0%)
Bachmühle 2
74673 Mulfingen, DE

72 Inventor/es:

LIPP, HELMUT;
BÜRKERT, MARTIN;
KRANZ, CHRISTIAN y
KÖNIG, DANIEL

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 572 737 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

Protección contra sobrecalentamiento rápida y redundante con parada segura para un motor de conmutación electrónica

La presente invención se refiere según el preámbulo de la reivindicación 1 a un circuito de mando para un motor de corriente continua sin colector, electrónicamente conmutado, es decir, para un llamado motor EC (EC = electronically commutated = electrónicamente conmutado), llamado frecuentemente también motor BLDC (BLDC = brushless direct current = sin escobillas, de corriente continua) con una etapa final semiconductor conectada a una corriente continua de alimentación, que es mandada por un control electrónico de conmutación por medio de una etapa de excitación para el mando desfasado en el tiempo de arrollamientos de estator del motor para la generación de un campo magnético giratorio para un rotor en función de la posición de rotación del rotor.

Los motores de conmutación electrónica de este tipo deben protegerse contra sobrecalentamientos en caso de situaciones anormales de servicio según unas especificaciones por normas determinadas.

Para ello, en primer lugar es conocido colocar en el interior del motor en la zona de los arrollamientos de estator llamados dispositivos de control de temperatura, que como interruptores en función de la temperatura se disparan al alcanzarse una determinada temperatura límite y que, por regla general, desconectan la corriente de servicio de forma directa o indirecta mediante un elemento de disparo. No obstante, en motores determinados, como p.ej. motores de rotor exterior, es costoso desde el punto de vista constructivo y de la técnica de fabricación alojar dispositivos de control de temperatura en el interior o exterior del arrollamiento de estator de tal modo que detecten también aumentos rápidos de la temperatura, como pueden producirse, en particular, en caso de un bloqueo del motor, pudiendo desconectar el motor en este caso de forma segura.

Además, es conocido realizar motores con una protección por impedancia, es decir, dimensionar la resistencia del arrollamiento y el diámetro del alambre de tal modo que no pueda producirse ningún sobrecalentamiento en caso de un servicio anormal. No obstante, en los motores de conmutación electrónica, en particular con arrollamientos de diente individual, no es posible una realización con protección por impedancia, porque las resistencias del arrollamiento son muy reducidas.

Por lo tanto, hasta ahora se ha integrado una limitación de corriente por software en el control de conmutación, que especifica por software un valor umbral inferior para la corriente de arranque y un valor umbral superior para la corriente de servicio. Si en la fase de arranque se alcanza o rebasa el valor umbral inferior, se desconecta el motor. No obstante, si el motor arranca correctamente, se conmuta a una vigilancia de la corriente de servicio respecto al valor umbral superior, y cuando se alcanza o rebasa el valor umbral superior, se desconecta el motor.

No obstante, unos centros de homologación determinados, como p.ej. UL (Underwriters Laboratories), no tienen en cuenta las medidas de protección de este tipo, realizadas exclusivamente por software, al realizar ensayos para conceder determinadas marcas de verificación.

En el documento DE 199 44 197 A1 está descrito un circuito de protección, que compara un número de revoluciones real con un número de revoluciones teórico y que protege el motor mediante la desconexión de la tensión de alimentación de la unidad de control y/o de la etapa final semiconductor en caso de una diferencia determinada de los números de revoluciones.

El documento DE 20 2004 020 586 U1 da a conocer un control de motor con protección contra sobrecarga, limitando un limitador la tensión de control a un valor máximo.

El documento DE 102 61 452 A1 da a conocer un dispositivo de seguridad, que usa una señal de parada transmitida por un circuito de seguridad y vigilancia externo para detener un motor de conmutación electrónica. La capacidad de funcionamiento del dispositivo de seguridad se vigila mediante un microprocesador, midiendo el microprocesador el número de revoluciones teórico mediante un sensor para la medición de la frecuencia de repetición de los impulsos de conmutación alimentados al motor y comprobando durante este proceso si se ha ajustado el número de revoluciones teórico correcto para la señal de parada. El dispositivo de seguridad comprende dos elementos de retardo, que después de un retardo de tiempo determinado tras la emisión de la señal de parada desconectan, por un lado, la alimentación de tensión del excitador de impulsos de conmutación y que conectan, por otro lado, una señal de reset al procesador digital de señales y al modulador de duración de impulsos. El microprocesador vigila también la funcionalidad de los elementos de retardo y activa una señal de alarma en caso de una función incorrecta. Basándose en esta señal de alarma, puede interrumpirse a su vez la alimentación de la corriente principal. Además, el dispositivo de seguridad comprende dos dispositivos de control del número de revoluciones para un control del número de revoluciones según la norma IEC 61800-5. Para el control del número de revoluciones se usan entre otros elementos sensores del número de revoluciones mediante los cuales se vigila un número de revoluciones de servicio determinado, debiendo desconectarse el motor por cuestiones de seguridad al rebasarse un número de revoluciones de servicio máximo.

La presente invención tiene el objetivo de crear un circuito de mando del tipo genérico descrito al principio, que garantice una seguridad de funcionamiento más elevada para evitar sobrecalentamientos del motor.

De acuerdo con la invención, esto se consigue mediante las características de la reivindicación 1 independiente. En las reivindicaciones dependientes y en la descripción expuesta a continuación se indican características de configuración ventajosas de la invención.

Por consiguiente, el circuito de mando presenta de acuerdo con la invención, en realización por hardware, dos unidades de protección contra bloqueo redundantes, que vigilan la rotación del rotor en el servicio, es decir, en caso de la presencia de señales de excitación para la etapa de excitación, desactivando la primera unidad de protección contra bloqueo en caso de detectar una parada la etapa de excitación y desconectando la segunda unidad de protección contra bloqueo una tensión de alimentación para la etapa de excitación.

Gracias a esta configuración de acuerdo con la invención se consigue la elevada seguridad en el funcionamiento pretendida, porque incluso en caso de que fallara por alguna razón la limitación de la corriente por software, queda garantizada una desconexión segura el motor mediante al menos una de las dos unidades de protección contra bloqueo redundantes en un estado anormal de servicio.

Además, de acuerdo con la invención están previstas dos unidades de protección contra sobrecorriente redundantes, también en realización por hardware, que vigilan la corriente de servicio del motor, desactivando la primera unidad de protección contra sobrecorriente la etapa de excitación en caso de rebasarse un primer valor límite de corriente y desconectando la segunda unidad de protección contra sobrecorriente la tensión de alimentación para la etapa de excitación en caso de rebasarse un segundo valor límite de corriente. En adaptación a una limitación de corriente por software integrada en el control de conmutación, aquí está previsto que el primer valor límite de corriente de la primera unidad de protección contra sobrecorriente sea ligeramente superior a un valor umbral superior de la limitación de corriente por software para la corriente de servicio, mientras que el segundo valor límite de corriente de la segunda unidad de protección contra sobrecorriente sea ligeramente superior a un valor umbral inferior de la limitación de corriente por software para la corriente de arranque. De este modo se consigue, en caso de que fallara la limitación de corriente electrónica por software, que se desconecte en el arranque a más tardar al alcanzarse o rebasarse el segundo valor límite de corriente y en el servicio a más tardar al alcanzarse o rebasarse el primer valor límite de corriente. Para ello, se desactiva la segunda unidad de protección contra sobrecorriente en el servicio al detectarse la marcha del motor, concretamente con preferencia mediante una señal de servicio de una de las dos unidades de protección contra bloqueo de acuerdo con la invención.

A continuación, la invención se explicará más detalladamente con ayuda de un ejemplo de realización preferible.

La única figura del dibujo muestra un diagrama de bloques de un circuito de mando de acuerdo con la invención.

Un circuito de mando 1 de acuerdo con la invención sirve para el funcionamiento de un motor de corriente continua M sin colector, electrónicamente conmutado, que también se conoce por los conceptos motor de conmutación electrónica o motor BLDC. En el ejemplo de realización representado, el motor M está realizado con tres fases con tres arrollamientos de estator, que en el dibujo están identificados sin representación separada con U, V, W y que están conectados en particular en estrella. No obstante, en principio también es posible una conexión en triángulo. El circuito de mando 1 presenta una etapa final semiconductor 2, que está conectada a una tensión continua de alimentación U_{DC} y que es mandada por un control electrónico de conmutación 4 por medio de una etapa de excitación 6 para el mando desfasado en el tiempo de los arrollamientos de estator del motor M para la generación de un campo magnético giratorio para el rotor de este en función de la posición de rotación del rotor. Para la realización del motor en tres fases, la etapa final 2 está realizada como puente integral de corriente trifásica con seis elementos de conmutación semiconductores T1 a T6 controlados. Los elementos de conmutación T1 a T3 de las ramas "superiores" del puente se denominan también interruptores highside y los elementos de conmutación T4 a T6 de las ramas "inferiores" del puente como interruptores lowside. Los elementos de conmutación T1 a T6 son mandados respectivamente por parejas en combinaciones sucesivas diferentes por el control de conmutación 4 por medio de la etapa de excitación 6. Para ello, el control de conmutación 4 genera en función de las señales de la posición de rotación del rotor SH1 a SH3 señales de excitación para la etapa de excitación 6, que genera a su vez señales de control correspondientes para los elementos de conmutación T1 a T6. Mediante este mando también puede realizarse un ajuste y/o una regulación del número de revoluciones del motor M, concretamente en particular mediante sincronización de la modulación de duración de impulsos de los elementos de conmutación highside T1 a T3. Al control de conmutación 4 pueden alimentarse desde el exterior determinados parámetros de control P.

Los detalles de un control de motor de este tipo son conocidos, de modo que puede renunciarse a explicaciones más extensas.

La detección de la posición de rotación del rotor para la generación de las señales de posición de rotación SH1 a SH3 puede realizarse de una manera a elegir libremente, por ejemplo como está representado mediante sensores, en particular sensores hall H1, H2, H3 en el motor M o también sin sensores mediante la evaluación de la fuerza

electromotriz del motor. El control de conmutación 4 puede estar formado por un microprocesador o un microcontrolador μC con los periféricos adecuados, habituales.

De acuerdo con la invención, en el circuito de mando 1 están integrados por hardware dos unidades de protección contra bloqueo 10 y 12 redundantes, que vigilan el motor M en el servicio, es decir, cuando hay señales de excitación para la etapa de excitación 6 controlando si hay una rotación del rotor, desactivando la primera unidad de protección contra bloqueo 10 la etapa de excitación 6 en caso de haberse detectado una parada o un bloqueo del rotor mediante la vigilancia de las señales de posición de rotación y desconectando la segunda unidad de protección contra bloqueo 12 una tensión de alimentación U_{VCC} para la etapa de excitación 6.

A cada una de las dos unidades de protección contra bloqueo 10, 12 se alimentan dos señales de entrada, por un lado, una señal de excitación del control de conmutación 4, concretamente con preferencia una señal de excitación highside ST1 o ST2 y, por otro lado, una señal de posición de rotación del rotor SH1 o SH2 del dispositivo de detección de la posición de rotación H1 a H3. Para una seguridad elevada, es ventajoso alimentar a las dos unidades de protección contra bloqueo 10, 12 dos señales de excitación ST1, ST2 distintas, así como dos señales de posición de rotación SH1, SH2 distintas. Si se vigilan respectivamente señales de excitación highside, con ayuda de la sincronización puede detectarse con seguridad si el motor M está en servicio de conmutación o si está por el contrario en un servicio de frenado o de precarga. Debe detectarse en un tiempo determinado una rotación del motor por un cambio de la señal de posición de rotación correspondiente. Cuando el motor M no arranca, por ejemplo por un bloqueo, no se produce ningún cambio de las señales de posición de rotación. Por consiguiente, las unidades de protección contra bloqueo 10 y 12 se activan correspondientemente una de forma independiente de la otra y desconectan la etapa final 2 de forma rápida y segura por medio de la etapa de excitación 6. Aquí queda garantizada una doble seguridad para evitar aumentos rápidos de la temperatura.

Para desactivar la etapa de excitación 6, la primera unidad de protección contra bloqueo 10 emite una señal de control S_{SD1} a una entrada de desconexión SD1 (SD = shut down) de la etapa de excitación 6. La segunda unidad de protección contra bloqueo 12 desconecta la tensión de alimentación de excitación U_{VCC} mediante un elemento de conmutación S1 conectado delante de una entrada de alimentación de tensión VCC de la etapa de excitación 6, concretamente mediante una señal de control S_{S1} .

De acuerdo con la invención, para la protección de la etapa final 2 contra un sobrecalentamiento, en el circuito de mando 1 están integrados adicionalmente, también por hardware, dos unidades de protección contra sobrecorriente 14 y 16 redundantes, que vigilan la corriente de servicio del motor. Para ello, se alimenta recomendablemente respectivamente una tensión medida U_M en una resistencia de medición R_M conectada en serie con la etapa final 2 como señal de entrada. Esta tensión medida U_M , que representa la corriente de servicio correspondiente, se compara respectivamente con un valor límite de corriente predeterminado. La primera unidad de protección contra sobrecorriente 14 desactiva la etapa de excitación 6 en caso de rebasarse un primer valor límite de corriente. La segunda unidad de protección contra sobrecorriente 16 desconecta la tensión de alimentación U_{VCC} para la etapa de excitación 6 en caso de rebasarse un segundo valor límite de corriente.

Como ya se ha explicado al principio, en el circuito de mando 1 también está integrada una limitación de corriente por software habitual, para la que se han especificado un valor umbral superior para la corriente de servicio y un valor umbral inferior para la corriente de arranque. Al alcanzarse o rebasarse estos valores umbrales, el control se desconecta por software.

Gracias a las unidades de protección contra sobrecorriente 14, 16 adicionales, se consigue una mayor seguridad. El primer valor límite de corriente de la primera unidad de protección contra sobrecorriente 14 se especifica con un valor ligeramente superior al valor umbral superior de la limitación de corriente por software para la corriente de servicio, mientras que el segundo valor límite de corriente de la segunda unidad de protección contra sobrecorriente 16 se especifica ligeramente superior al valor umbral inferior de la limitación de corriente por software para la corriente de arranque. En una forma de realización, el valor umbral superior de la limitación de corriente por software está por ejemplo en 12,0 A, mientras que el valor umbral inferior para la corriente de arranque está situada p.ej. en 8,1 A. Aquí, el primer valor límite de corriente de la primera unidad de protección contra sobrecorriente 14 está situado aproximadamente 0,7 A por encima del valor umbral superior, es decir, en 12,7 A. El segundo valor límite de corriente de la segunda unidad de protección contra sobrecorriente 16 también puede estar situado aproximadamente 0,7 A por encima del valor umbral inferior para la corriente de arranque, es decir, en 8,8 A. De este modo se consigue que en caso de un fallo de la limitación de corriente por software se desconecte a pesar de ello de forma segura en un estado anormal de servicio, concretamente en el arranque al alcanzarse o rebasarse el segundo valor límite de corriente y en el servicio al alcanzarse o rebasarse el primer valor límite de corriente.

De acuerdo con la invención, la segunda unidad de protección contra sobrecorriente 16 se desactiva en el servicio cuando se detecta que el motor M está en marcha. Esto puede realizarse mediante una señal de servicio S_B de una de las unidades de protección contra bloqueo 10 o 12, en el ejemplo representado de la primera unidad de protección contra bloqueo 10. De este modo se impide que en el servicio estén activas varias limitaciones de la corriente.

La primera unidad de protección contra sobrecorriente 14 desactiva la etapa de excitación 6, emitiendo una señal de control S_{SD2} a otra entrada de desconexión SD2 de la etapa de excitación 6. La segunda unidad de protección contra sobrecorriente 16 desconecta la tensión de alimentación de excitación U_{VCC} mediante otro elemento de conmutación S2 conectado delante de la entrada de alimentación de tensión VCC de la etapa de excitación 6. Por consiguiente, los dos elementos de conmutación S1 y S2 están conectados en serie delante de la entrada de alimentación de tensión VCC. Para la desconexión, la unidad de protección contra sobrecorriente 16 genera una señal de control S_{S2} para el elemento de conmutación S2.

En combinación con las medidas de acuerdo con la invención, en el interior del motor M está dispuesto también al menos un dispositivo de control de temperatura 18 habitual, alimentándose la tensión de alimentación de excitación U_{VCC} a través de este dispositivo de control de temperatura 18. Por consiguiente, el dispositivo de control de temperatura 18 está conectado en serie con los elementos de conmutación S1 y S2 en la línea de alimentación para la tensión de alimentación U_{VCC} , que puede ser por ejemplo de 15 V. Gracias a esta configuración, el dispositivo de control de temperatura 18 solo tiene que conmutar una corriente de control baja de algunos mA, en lugar de toda la corriente de carga, por lo que puede estar realizado de forma pequeña y económica. Desde el punto de vista funcional, el dispositivo de control de temperatura 18 posicionado en una ranura del estator es eficaz en caso de una temperatura del arrollamiento que aumenta lentamente.

Cabe señalar que la corriente continua de alimentación U_{DC} se obtiene preferentemente por la rectificación de una tensión alterna de red. Por lo tanto, la tensión se llama también en muchos casos tensión de circuito intermedio.

REIVINDICACIONES

1. Circuito de mando (1) para un motor de corriente continua (M) sin colector, electrónicamente conmutado, con una etapa final semiconductor (2) mandada por un control electrónico de conmutación (4) mediante una etapa de excitación (6) para el mando desfasado en el tiempo de arrollamientos de estator (U, V, W) del motor (M) para la generación de un campo magnético giratorio para un rotor en función de la posición de rotación del rotor, caracterizado por dos unidades de protección contra bloqueo (10, 12) redundantes, que vigilan el motor (M) en cuanto a la rotación del rotor en el servicio, desactivando la primera unidad de protección contra bloqueo (10) la etapa de excitación (6) en caso de detectar una parada y desconectando la segunda unidad de protección contra bloqueo (12) una tensión de alimentación (U_{VCC}) para la etapa de excitación (6) y dos unidades de protección contra sobrecorriente (14, 16) redundantes, que vigilan la corriente de servicio del motor, desactivando la primera unidad de protección contra sobrecorriente (14) la etapa de excitación (6) en caso de rebasarse un primer valor límite de corriente y desconectando la segunda unidad de protección contra sobrecorriente (16) la tensión de alimentación (U_{VCC}) para la etapa de excitación (6) en caso de rebasarse un segundo valor límite de corriente, estando previsto en adaptación a una limitación de corriente por software integrada en el circuito de mando (1) que el primer valor límite de corriente de la primera unidad de protección contra sobrecorriente (14) sea ligeramente superior a un valor umbral superior de la limitación de corriente por software para la corriente de servicio, mientras que el segundo valor límite de corriente de la segunda unidad de protección contra sobrecorriente (16) es ligeramente superior a un valor umbral inferior de la limitación de corriente por software para la corriente de arranque, de modo que, en caso de que fallara la limitación de corriente por software electrónica, se desconecta en el arranque a más tardar al alcanzarse o rebasarse el segundo valor límite de corriente y en el servicio a más tardar al alcanzarse o rebasarse el primer valor límite de corriente, desactivándose la segunda unidad de protección contra sobrecorriente (16) en el servicio al detectarse la marcha del motor (M).
2. Circuito de mando de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que a cada una de las dos unidades de protección contra bloqueo (10, 12) se alimentan dos señales de entrada y, concretamente, por un lado, una señal de excitación (ST1 / ST2) del control de conmutación (4) y, por otro lado, una señal de posición de rotación del rotor (SH1 / SH2) de un dispositivo de detección de la posición de rotación (H1 a H3).
3. Circuito de mando de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por que a las dos unidades de protección contra bloqueo (10, 12) se alimentan dos señales de excitación (ST1, ST2) distintas, así como dos señales de posición de rotación (SH1, SH2) distintas.
4. Circuito de mando de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que la primera unidad de protección contra bloqueo (10) desactiva la etapa de excitación (6), emitiendo una señal de control (S_{SD1}) a una entrada de desconexión (SD1) de la etapa de excitación (6).
5. Circuito de mando de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que la segunda unidad de protección contra bloqueo (12) desconecta la tensión de alimentación de excitación (U_{VCC}) mediante un elemento de conmutación (S1) conectado delante de una entrada de alimentación de tensión (VCC) de la etapa de excitación (6).
6. Circuito de mando de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que la segunda unidad de protección contra sobrecorriente (16) se desactiva mediante una señal de servicio (S_B) de una de las unidades de protección contra bloqueo (10, 12).
7. Circuito de mando de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que la primera unidad de protección contra sobrecorriente (14) desactiva la etapa de excitación (6) emitiendo una señal de control (S_{SD2}) a una entrada de desconexión (SD2) de la etapa de excitación (6).
8. Circuito de mando de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que la segunda unidad de protección contra sobrecorriente (16) desconecta la tensión de alimentación de excitación (U_{VCC}) mediante un elemento de conmutación (S2) conectado delante de la entrada de alimentación de tensión (VCC) de la etapa de excitación (6).
9. Circuito de mando de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que la tensión de alimentación de excitación (U_{VCC}) se alimenta mediante un dispositivo de control de temperatura (18) dispuesto en el interior del motor (M) a la entrada de alimentación de tensión (VCC) de la etapa de excitación (6).
10. Circuito de mando de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por una configuración para un motor (M) de tres fases con tres arrollamientos de estator (U, V, W) conectados en conexión en estrella o en triángulo, estando formada la etapa final semiconductor (2) como puente integral con seis elementos de conmutación (T1 a T6), que son mandados respectivamente por parejas en combinaciones sucesivas diferentes por medio de la etapa de excitación (6).

