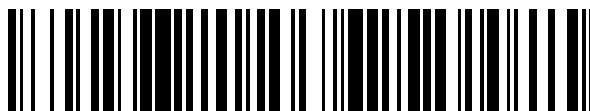


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 852 754**

51 Int. Cl.:

B62D 5/04 (2006.01)

H02P 29/02 (2006.01)

H02P 27/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.08.2012** **PCT/EP2012/066258**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.03.2013** **WO13030043**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.08.2012** **E 12751314 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.11.2020** **EP 2750960**

54 Título: **Motor eléctrico con una fuente de corriente eléctrica de prueba**

30 Prioridad:

01.09.2011 DE 102011081942

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

14.09.2021

73 Titular/es:

ROBERT BOSCH GMBH (100.0%)
Postfach 30 02 20
70442 Stuttgart, DE

72 Inventor/es:

HIRY, PASCAL y
URBAN, STEPHAN

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 852 754 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

Motor eléctrico con una fuente de corriente eléctrica de prueba

Estado del arte

5 La presente invención hace referencia a un motor eléctrico que se conmuta electrónicamente. El motor eléctrico que se conmuta electrónicamente presenta al menos dos bobinas de estator, preferentemente al menos tres, y un rotor, en particular, diseñado como un imán permanente. El motor eléctrico también presenta una etapa de salida de potencia con interruptores semiconductores; en donde la etapa de salida de potencia presenta un par de interruptores semiconductores para cada bobina del estator. El motor eléctrico también presenta una unidad de control, que está conectada con la etapa de salida de potencia y diseñada para controlar los interruptores semiconductores para suministrar corriente a las bobinas del estator para generar un campo magnético giratorio. La etapa de salida de potencia presenta al menos un interruptor seccionador semiconductor, particularmente uno para cada bobina de estator; en donde el interruptor seccionador semiconductor conecta una salida de un par de interruptores semiconductores con una salida de la etapa de salida de potencia; en donde la salida de la etapa de salida de potencia está conectada con una bobina de estator.

15 En los motores eléctricos conmutados electrónicamente conocidos del estado del arte, en particular, en los motores eléctricos de una dirección asistida de un vehículo a motor, existe el problema de que los interruptores semiconductores defectuosos, que están en cortocircuito, dificultan la dirección porque el interruptor semiconductor defectuoso genera un par de dirección.

20 En las solicitudes DE 102007051004 A1 y DE 103 59 235 B3, se revela un motor eléctrico en el cual se puede comprobar el funcionamiento de un inversor mediante una fuente de corriente eléctrica de prueba del motor eléctrico.

Revelación de la presente invención

La presente invención está definida mediante las reivindicaciones independientes 1 y 5. Las formas de ejecución preferidas están definidas en las reivindicaciones relacionadas.

25 Conforme a la invención, la unidad de control del motor eléctrico de la clase mencionada en la introducción está conectada con las salidas de los pares de interruptores semiconductores y está diseñada para controlar la apertura de los interruptores semiconductores y los seccionadores semiconductores. Preferentemente, la unidad de control también está diseñada para suministrar una corriente eléctrica de prueba en al menos una salida de un par de interruptores semiconductores, preferentemente, en cada salida de los pares de interruptores semiconductores.

30 Preferentemente, la unidad de control está diseñada para detectar la tensión de salida generada en una salida de la etapa de salida de potencia y para determinar una función de al menos un interruptor semiconductor de los interruptores semiconductores en función de la tensión de salida. De esta manera, ventajosamente se puede probar una función de los interruptores semiconductores antes de un funcionamiento del motor eléctrico, sin mover el rotor del motor eléctrico. Preferentemente, la corriente eléctrica de prueba se diseña, particularmente tan reducida, que el rotor del motor eléctrico no se pueda mover por la corriente eléctrica de prueba.

40 El motor eléctrico presenta preferentemente al menos un distribuidor de tensión conectado con la salida de la etapa de salida de potencia. La caída de tensión a través del distribuidor de tensión en la salida de la etapa de salida de potencia se puede detectar por medio del distribuidor de tensión. De esta manera, la función de la etapa de salida de potencia de un motor eléctrico de un accionamiento de un vehículo eléctrico o de una dirección asistida se puede probar de manera ventajosa, por ejemplo, antes de arrancar un vehículo a motor.

Los pares de conmutadores semiconductores de la etapa de salida de potencia conforman, preferentemente juntos, un puente B6. En otra forma de ejecución, la etapa de salida de potencia presenta un puente en H para cada bobina del estator; en donde el puente en H comprende dos pares de interruptores semiconductores, cuyas salidas están conectadas entre sí a través de la bobina del estator.

45 En una forma de ejecución preferida, el par de conmutadores semiconductores comprende un conmutador semiconductor del lado alto y un conmutador semiconductor del lado bajo. La unidad de control está diseñada para controlar que todos los interruptores semiconductores se cierran para probar el interruptor semiconductor del lado bajo y para suministrar una corriente eléctrica de prueba en al menos una salida y para determinar un defecto en al menos un interruptor semiconductor del lado bajo en función de la corriente eléctrica de prueba, en particular, una corriente de prueba que fluye en la salida de la etapa de salida de potencia. Cuando, en el caso de un interruptor semiconductor defectuoso, una parte de la corriente eléctrica de prueba fluye a través del interruptor semiconductor defectuoso, en particular, del interruptor semiconductor del lado bajo, a una conexión a masa de la etapa de salida

de potencia, entonces, una corriente más baja fluye en la salida de la etapa de salida de potencia en comparación con un interruptor semiconductor intacto. Esta corriente eléctrica más baja provoca una caída de tensión menor a una conexión a masa en la salida de la etapa de salida de potencia que en el caso de un interruptor semiconductor del lado bajo intacto. La unidad de control está diseñada preferentemente para determinar el defecto del, al menos un, interruptor semiconductor del lado bajo en función de la corriente eléctrica de prueba en la salida de la etapa de salida de potencia.

La unidad de control está diseñada preferentemente para detectar un valor de una reducción de la corriente eléctrica de prueba en comparación con una corriente eléctrica de prueba en una etapa de salida de potencia no defectuosa en la salida de la etapa de salida de potencia y, en función del valor, determinar un defecto, en particular un cortocircuito, al menos de un Interruptor semiconductor del lado bajo. Por ejemplo, el valor de la corriente eléctrica de prueba en la salida de la etapa de salida de potencia se reduce en un tercio en el caso de un interruptor semiconductor defectuoso. En el caso de un estator del motor eléctrico conectado en una conexión en estrella esto se produce porque las salidas de la etapa de salida de potencia para cada fase del motor eléctrico están conectadas entre sí con baja resistencia a través de las bobinas del estator. Por lo tanto, la tensión de salida que se puede detectar en la salida de la etapa de salida de potencia, en el caso de un interruptor semiconductor del lado bajo defectuoso, es dos tercios de la tensión de salida en el caso de interruptores semiconductores del lado bajo intactos, y en el caso de dos interruptores semiconductores del lado bajo defectuosos, sólo un tercio de la tensión de salida en el caso de interruptores semiconductores del lado bajo intactos.

En una forma de ejecución preferida, el motor eléctrico, en particular la unidad de control presenta una memoria para registros de datos; en donde cada registro de datos representa un valor de una proporción específica del valor de la corriente eléctrica de prueba para interruptores semiconductores no defectuosos. La unidad de control está diseñada preferentemente para generar la corriente de prueba para probar la etapa de salida de potencia y para detectar la tensión de salida en la salida de la etapa de salida de potencia y para comparar el valor de la tensión de salida con los correspondientes valores de los registros de datos leídos de la memoria y, dependiendo del resultado de la comparación, para determinar un defecto de al menos un Interruptor semiconductor del lado bajo.

Preferentemente, la unidad de control está diseñada para detectar un defecto en un seccionador semiconductor. De acuerdo con la invención, la unidad de control está diseñada para controlar el cierre de un interruptor semiconductor del lado bajo de un par de interruptores de semiconductores para probar el par de interruptores de semiconductores, y para controlar que el interruptor semiconductores conectado al par de interruptores de semiconductores se abra y de manera todavía más preferida para controlar que todos los interruptores seccionadores de semiconductores se abran y para suministrar una corriente eléctrica de prueba en al menos una salida de otro par de interruptores semiconductores de los pares de interruptores semiconductores. Preferentemente, la unidad de control está diseñada además para determinar una función de apertura, en particular un defecto, por ejemplo, un cortocircuito del seccionador de semiconductores en función de un valor de la corriente eléctrica de prueba en comparación con una corriente eléctrica de prueba cuando el seccionador semiconductor no está defectuoso.

De esta manera, los seccionadores semiconductores se pueden probar ventajosamente, preferentemente, después de una prueba de los interruptores semiconductores de la etapa de salida de potencia, en particular, de un puente B6 y una etapa de salida de energía, en particular, si pueden abrir o cerrar su ruta de conmutación en función de una señal de control en una conexión de control, en particular, una conexión de puerta. La corriente eléctrica de prueba también puede fluir ventajosamente a través de los diodos del cuerpo de los seccionadores semiconductores abiertos en los cuales se acopló la corriente eléctrica de prueba, de modo que el resultado de la prueba sea independiente de una función, en particular, de un defecto de los otros seccionadores semiconductores.

De acuerdo con la invención, para probar un seccionador semiconductor la unidad de control está diseñada para controlar el cierre de un interruptor semiconductor del lado bajo de un par de interruptores semiconductores y para controlar el cierre del seccionador conectado con el par de interruptores semiconductores, y preferentemente para controlar el cierre de al menos otro interruptor semiconductor distinto al interruptor semiconductor conectado al par de semiconductores y para suministrar una corriente eléctrica de prueba en al menos una salida de otro par de interruptores semiconductores de los pares de interruptores semiconductores y para determinar una función de cierre del interruptor semiconductor en función de un valor de la corriente eléctrica de prueba en comparación con una corriente eléctrica de prueba cuando el seccionador semiconductor no está defectuoso.

La invención también hace referencia a un equipo de dirección con un motor eléctrico del tipo descrito anteriormente. El equipo de dirección está diseñado preferentemente para generar un par de dirección que soporta la dirección por medio del motor eléctrico.

La presente invención también hace referencia a un procedimiento para el funcionamiento de un motor eléctrico que se conmuta electrónicamente, en particular el motor de la clase descrita anteriormente.

En el procedimiento, al menos una corriente eléctrica de prueba se suministra a una salida de un par de interruptores semiconductores de una etapa de salida de potencia del motor eléctrico antes del funcionamiento del motor eléctrico para generar un par; en donde el par de interruptores semiconductores comprende un interruptor semiconductor del lado alto y un interruptor semiconductor del lado bajo, y un valor de la corriente eléctrica de prueba que fluye a través del seccionador semiconductor se detecta en la salida de la etapa de salida de potencia y en función de dicho valor se determina un defecto en un interruptor semiconductor de la etapa de salida de energía.

En el procedimiento para probar los interruptores semiconductores del lado bajo, preferentemente se acciona la apertura de todos los interruptores semiconductores.

En el procedimiento además se prefiere que todos los seccionadores semiconductores se activen adicionalmente para la apertura.

La presente invención también hace referencia a un procedimiento para el funcionamiento de un motor eléctrico que se conmuta electrónicamente. El motor eléctrico presenta preferentemente una etapa de salida de potencia, que para cada bobina del estator del motor eléctrico presenta un par de interruptores semiconductores que comprende un interruptor semiconductor del lado alto y un interruptor semiconductor del lado bajo y al menos un interruptor seccionador semiconductor; en donde el seccionador semiconductor conecta una salida del par de interruptores semiconductores con una bobina del estator.

En el procedimiento, antes de un funcionamiento se suministra al menos una corriente eléctrica de prueba a una salida de un par de interruptores semiconductores para generar un par y se detecta un valor de la corriente eléctrica de prueba que fluye a través del seccionador semiconductor y en función del valor se determina un defecto en un seccionador semiconductor de la etapa de salida de potencia.

A continuación, la presente invención se describe mediante figuras y otros ejemplos de ejecución. Otras variantes de ejecución ventajosas resultan de las características descritas en las figuras y en las reivindicaciones relacionadas.

La figura 1 muestra un ejemplo de ejecución para un motor eléctrico que se conmuta electrónicamente.

La figura 1 muestra un ejemplo de ejecución para un motor eléctrico que se conmuta electrónicamente. El motor eléctrico 1 presenta un estator 3 y un rotor realizado como un imán permanente 5. El estator comprende en este ejemplo de ejecución tres bobinas de estator, más específicamente, la bobina de estator 7, la bobina de estator 8 y la bobina de estator 9. El motor eléctrico 1 también presenta una etapa de salida de potencia 10. La etapa de salida de potencia 10 está conectada del lado de la salida con el estator 3 a través de una salida 12 y allí con las bobinas del estator 7, 8 y 9. En dicho ejemplo de ejecución, la etapa de salida de potencia 10 está conformada como un puente B6. Para ello, la etapa de salida de potencia 10 presenta tres pares de interruptores semiconductores 14, 16 y 18. El par de interruptores semiconductores 14 presenta un interruptor semiconductor del lado alto 20 y un interruptor semiconductor del lado bajo 21. El par de interruptores semiconductores 16 presenta un interruptor semiconductor del lado alto 22 y un interruptor semiconductor de lado bajo 23. El par de interruptores semiconductores 18 presenta un interruptor semiconductor del lado alto 24 y un interruptor semiconductor del lado bajo 25. En este ejemplo de ejecución, los interruptores semiconductores están diseñados como transistores de efecto de campo, en particular como MOS-FET (MOS-FET = Transistor de efecto de campo de óxido metálico) o MIS-FET (MIS-FET = Transistor de efecto de campo aislado de metal). Los pares de conmutadores semiconductores 14, 16 y 18 presentan respectivamente una salida. El par de interruptores semiconductores 14 presenta una salida 44 que está conectada con una conexión de fuente del interruptor semiconductor 20 y con una conexión de drenaje del interruptor semiconductor 21. El par de interruptores semiconductores 16 presenta una salida 45 que está conectada con una conexión de fuente del interruptor semiconductor 22 y con una conexión de drenaje del interruptor semiconductor 23. El par de interruptores semiconductores 18 presenta una salida 46 que está conectada con la conexión de fuente del interruptor semiconductor 24 y con una conexión de drenaje del interruptor semiconductor 25. Los interruptores semiconductores del lado alto 20, 22 y 24 están conectados respectivamente con sus conexiones de drenaje a una conexión 48 para una tensión de circuito intermedio. Las conexiones de fuente de los interruptores semiconductores del lado bajo 21, 23 y 25 están conectadas respectivamente con un nodo de conexión 47, que está conectado con una conexión a masa 35 a través de una resistencia de derivación 30.

La salida 44 del par de interruptores semiconductores 14 está conectada a través de un interruptor seccionador semiconductor 27 a la salida 12 y allí a un nodo de conexión 41. La salida 45 está conectada a través de un seccionador semiconductor 28 a la salida 12 y allí a un nodo de conexión 42. La salida 46 está conectada a través de un seccionador semiconductor 29 a la salida 12 y allí a un nodo de conexión 43. El nodo de conexión 41 de la salida 12 está conectado con una primera conexión de la bobina de estator 7, el nodo de conexión 42 está conectado con una primera conexión de la bobina de estator 8 y el nodo de conexión 43 de la salida 12 está conectado con una primera conexión de la bobina de estator 9. Las segundas conexiones de las bobinas del estator 7, 8 y 9 están conectada respectivamente con una conexión de punto de estrella común de las bobinas del estator.

De esta manera, en este ejemplo de ejecución, las bobinas del estator 7, 8 y 9 están conectadas entre sí en una conexión en estrella.

El motor eléctrico 1 también presenta una unidad de control 40. En el lado de salida, la unidad de control 40 está conectada a través de una conexión 50, este ejemplo de ejecución una conexión multicanal, con la etapa de salida de potencia 10 y allí con conexiones de control de los interruptores semiconductores 20, 21, 22, 23, 24 y 25. La unidad de control 40 está conectada con las conexiones de control de los interruptores seccionadores semiconductores 27, 28 y 29 a través de la conexión 50. La unidad de control 40 está conectada del lado de la entrada a través de tres distribuidores de tensión 32, 33 y 34 con la salida 12 y está diseñada para generar señales de control para controlar los pares de interruptores semiconductores 14, 16 y 18 en función de las tensiones de salida generadas por los distribuidores de tensión 32, 33 y 34, de tal modo que el estator 3 puede ser energizado por la etapa de salida de potencia 10 para generar un campo magnético giratorio para hacer girar el rotor 5.

Las tensiones detectadas por los distribuidores de tensión 32, 33 y 34 durante el funcionamiento del motor eléctrico 1 representan un patrón de control modulado por duración de pulsos con el cual el estator 3 recibe corriente de la etapa de salida de potencia 10, controlado por la unidad de control 40. El estator 3 puede, por ejemplo, presentar adicionalmente un sensor de posición del rotor (no mostrado) que esté diseñado para detectar una posición de rotor del rotor 5 y generar una señal de posición de rotor que representa la posición del rotor. En esta variante de ejecución, el sensor de posición del rotor está conectado con la unidad de control 40, que está diseñada para generar las señales de control para el movimiento giratorio del rotor 5 en función de la señal de posición del rotor.

La unidad de control 40 está conectada del lado de la entrada con el nodo de conexión 47 a través de una línea de conexión 51. La unidad de control 40 también está conectada con la conexión a masa 35. La unidad de control 40 está diseñada para detectar una tensión que cae a través de la resistencia de derivación 30 y que representa una corriente eléctrica que fluye a través de los pares de conmutadores semiconductores 14, 16 y 18.

En este ejemplo de ejecución, el distribuidor de tensión 32 presenta dos resistencias conectadas entre sí en serie y conecta el nodo de conexión 43 con la conexión a masa 35. El distribuidor de tensión 33 conecta el nodo de conexión 42 con la conexión a masa 35, y el distribuidor de tensión 34 conecta el nodo de conexión 41 con la conexión a masa 35. El distribuidor de potencia 32 está conectado del lado de la salida con la unidad de control 40 a través de una línea de conexión 52. El distribuidor de potencia 33 está conectado del lado de la salida con la unidad de control 40 a través de una línea de conexión 53. El distribuidor de potencia 34 está conectado del lado de la salida con la unidad de control 40 a través de una línea de conexión 54. La unidad de control 40 está conectada del lado de la salida con una fuente de corriente eléctrica de prueba a través de una línea de conexión 58. La fuente de corriente eléctrica de prueba 38 está conectada en el lado de la salida a través de una línea de conexión 55 con la salida 44 del par de interruptores semiconductores 14. La fuente de corriente eléctrica de prueba 38 está conectada en el lado de la salida a través de una línea de conexión 56 con la salida 45 del par de interruptores semiconductores 16. La fuente de corriente eléctrica de prueba 38 está conectada en el lado de la salida a través de una línea de conexión 57 con la salida 46 del par de interruptores semiconductores 18. La fuente de corriente eléctrica de prueba 38 está diseñada para generar al menos una corriente eléctrica de prueba en función de una señal de control recibida a través de la línea de conexión 58 y para emitirla en el lado de salida. De este modo, la corriente eléctrica de prueba se puede suministrar a una salida de al menos un par de interruptores semiconductores de los pares de interruptores semiconductores 14, 16 y 18.

A continuación, se detalla el modo de funcionamiento del motor eléctrico 1:

La unidad de control 40 está diseñada para activar la respectiva apertura de los interruptores semiconductores de los pares de interruptores semiconductores 14, 16 y 18, en un paso de prueba. Los interruptores seccionadores semiconductores 27, 28 y 29 también se abren mediante la unidad de control 40 en este paso de prueba. Para probar los interruptores semiconductores de los pares de interruptores semiconductores 14, 16 y 18, la unidad de control 40 está diseñada para generar una señal de control para la activación de la fuente de corriente eléctrica de prueba 38 y para emitirla a través de la línea de conexión 58. En este paso de prueba, la fuente de corriente eléctrica de prueba alimenta sucesivamente una corriente eléctrica de prueba a las salidas 44, 45 y 46. Los interruptores seccionadores semiconductores 27, 28 y 29 están diseñados respectivamente como interruptores seccionadores semiconductores y cada uno presenta un diodo de cuerpo. La corriente eléctrica de prueba suministrada desde la fuente de corriente eléctrica de prueba 38 a la salida 44 fluye entonces a través del diodo de cuerpo del interruptor seccionador semiconductor 27 y después a través del nodo de conexión 41 a la bobina del estator 7 y posteriormente de la conexión de punto de estrella 49 a través de las bobinas del estator 8 y 9 y siguiendo través de los distribuidores de tensión 32, 33 y 34 a la conexión a masa 35. Los distribuidores de tensión 32, 33 y 34 pueden generar respectivamente una señal de salida en el lado de salida y enviarla a la unidad de control 40 a través de la línea de conexión 54. La señal de salida de los distribuidores de tensión 32, 33 y 34 representa entonces la corriente eléctrica de prueba generada por la fuente de corriente eléctrica de prueba 38 y alimentada a la salida 44, que fluye a través de la salida 12. La unidad de control 40 está diseñada para comparar la señal de salida generada por el distribuidor de tensión 32, 33 ó 34 con un registro de datos de referencia almacenados predeterminados y para controlar el rotor 3 para el movimiento de rotación del rotor 5 en función del

resultado de la comparación. El resultado de la comparación representa la función del interruptor semiconductor del lado bajo 21. En el caso de un defecto del interruptor semiconductor del lado bajo 21, la tensión de salida generada por los distribuidores de tensión 32, 33 y 34, representada por la señal de salida del distribuidor de tensión antes mencionada, se desvía del valor de tensión que corresponde a un interruptor semiconductor del lado bajo intacto 21, que está representado por el registro de datos mencionado anteriormente.

Para ello, la unidad de control 40 puede presentar una memoria 11 en la cual están almacenados el registro de datos y, por ejemplo, otros registros de datos. El registro de datos 13 se indica a modo de ejemplo. La unidad de control 40 está conectada con una salida 59 y está diseñada para generar una señal de error que representa el defecto en el caso de un interruptor semiconductor defectuoso de la etapa de salida de potencia 10 detectado mediante la corriente eléctrica de prueba y para enviar dicha señal de error a la salida 59.

Cuando los interruptores semiconductores del lado bajo 21, 23 y 25 están intactos, la señal de salida generada por el distribuidor de tensión 34 corresponde a un valor de tensión que está representado, por ejemplo, por un registro de datos que está almacenado en la memoria 11. La unidad de control 40 puede leer el registro de datos de la memoria 11 y comparar las tensiones de salida generadas por los distribuidores de tensión 32 y/o 33 con valores de tensión que están representados por al menos un registro de datos almacenados en la memoria 11 y generar un resultado de comparación que indica el defecto de al menos uno de los interruptores semiconductores del lado bajo.

En el caso de interruptores semiconductores de lado bajo no defectuosos, la corriente eléctrica de prueba suministrada corresponde a un valor predeterminado, representado por la señal de salida del distribuidor de tensión 32, 33 o 34, ya que la corriente eléctrica de prueba generada por la fuente de corriente eléctrica de prueba 38, que se suministra a la salida 44 del par de interruptores semiconductores 14, fluye a través del diodo de cuerpo del interruptor seccionador semiconductor 27, la bobina del estator 7 y a través de las bobinas del estator de baja resistencia 8 y 9 (en comparación con los distribuidores de tensión 32, 33 y 34), a través de los distribuidores de tensión 32, 33 y a través del distribuidor de tensión 34 a la conexión a masa 35. Cuando el interruptor semiconductor de lado bajo 21 está defectuoso, entonces la corriente eléctrica de prueba suministrada a la salida 44 fluye a través del interruptor semiconductor de lado bajo defectuoso 21, que está conectado con baja resistencia por el defecto, a través de la resistencia de derivación 30 a la conexión de masa 35. La unidad de control 40 puede estar diseñada, por ejemplo, para detectar adicionalmente el defecto de un interruptor semiconductor del lado bajo en función de una tensión que cae a través de la resistencia de derivación 30 y se recibe a través de la línea de conexión 51. La tensión que cae a través de la resistencia de derivación 30 representa la corriente eléctrica que fluye a través de la resistencia de derivación 30. La corriente eléctrica de prueba detectada por los distribuidores de tensión 32 y 33, que fluye a través de la bobina del estator 7 y de los distribuidores de tensión 32, 33 y 34, es menor en el caso de un interruptor semiconductor de lado bajo defectuoso 21 que en un interruptor semiconductor de lado bajo intacto. La unidad de control 40 está diseñada para detectar el defecto en función de una comparación de la tensión de salida generado por el distribuidor de tensión 32 y/o 33 con un valor de tensión representado por un registro de datos. Para probar los interruptores de semiconductores 23 y 25 del lado bajo, la unidad de control 40 puede suministrar de manera correspondiente una corriente eléctrica de prueba a la salida 45 o a la salida 46. De este modo, la unidad de control puede determinar el defecto de al menos un interruptor semiconductor del lado bajo en función de la corriente eléctrica de prueba detectada mediante los distribuidores de tensión 32, 33 o 34, que fluye a través de la salida 12. En otra forma de ejecución, la unidad de control 40 está diseñada para alimentar eléctricamente las tres salidas 44, 45 y 46 en simultáneo. En el caso de un interruptor semiconductor del lado bajo defectuoso, la corriente eléctrica de prueba detectada a través de los distribuidores de tensión 32, 33 y 34 se reduce a dos tercios de un valor de tensión en comparación con interruptores semiconductores del lado bajo intactos. En el caso de dos interruptores semiconductores del lado bajo defectuosos, la corriente eléctrica de prueba que puede ser detectada por los distribuidores de tensión 32, 33 y 34 en la salida 12 corresponde a un tercio de un valor de corriente eléctrica en el caso de interruptores semiconductores del lado bajo intactos.

Los interruptores semiconductores del lado alto 20, 22 y 24 se pueden probar sin suministrar corriente eléctrica de prueba a la salida 44, a la salida 45 ni a la salida 46. Cuando, por ejemplo, un interruptor semiconductor del lado alto está defectuoso, la ruta de conmutación del interruptor semiconductor del lado alto se conecta con una resistencia baja. De esta manera, la tensión del circuito intermedio presente en la conexión 48 se aplica a la salida del par de conmutadores semiconductores cuyo interruptor semiconductor del lado alto está defectuoso. En el caso de interruptores semiconductores del lado alto no defectuosos, las tensiones en los nodos de conexión 41, 42 y 43 detectadas a través de los distribuidores de tensión 32, 33 y 34 deben valer por tanto cero o corresponder a un valor bajo. En el caso de un interruptor semiconductor del lado alto defectuoso de la etapa de salida de potencia 10, la tensión detectada en la salida 12 corresponde al interruptor semiconductor del lado alto defectuoso.

La unidad de control 40 está diseñada, por ejemplo, para no activar la fuente de corriente eléctrica de prueba 38 en el paso de prueba descrito anteriormente para probar los interruptores semiconductores del lado alto. Cuando los interruptores semiconductores del lado alto están intactos, las tensiones de salida detectadas por los distribuidores de tensión 32, 33 y 34 valen respectivamente cero o corresponden a un valor de tensión bajo.

La unidad de control 40 está diseñada, por ejemplo, para enviar una señal de control para generar una corriente eléctrica de prueba en la fuente de corriente eléctrica de prueba 38 a través de la línea de conexión 58 a fin de probar la apertura de los seccionadores semiconductores 27, 28 y 29 de la etapa de salida de potencia 40. La fuente de corriente eléctrica de prueba 38 puede, por ejemplo, alimentar una corriente eléctrica de prueba en la salida 45 del par de interruptores semiconductores 16 a través de la línea de conexión 56 y/o a través de la línea de conexión 57, una corriente eléctrica de prueba en la salida 46 del par de interruptores semiconductores 18. Durante este paso de prueba, para probar el seccionador semiconductor 27, la unidad de control 40 controla el interruptor semiconductor del lado bajo del par de interruptores semiconductores 14, que está conectado en el lado de salida con el seccionador semiconductor 27, para que se cierre. Los interruptores semiconductores restantes de la etapa de salida de potencia 10 son activados por la unidad de control 40 para la apertura. Los interruptores seccionadores semiconductores 27, 28 y 29 de la etapa de salida de potencia 10 son activados por la unidad de control 40 para la apertura. La unidad de control 40 está diseñada para determinar un defecto del seccionador semiconductor 27 en función de la tensión resultante en la salida 12. Cuando el interruptor seccionador semiconductor 27 está defectuoso, es decir, en cortocircuito y no puede abrirse, el potencial en el nodo de conexión 41 - y el de los nodos de conexión 42 y 43 a través de las bobinas del estator de baja resistencia - es llevado a masa por el interruptor semiconductor del lado bajo 21 cerrado. En la salida 12, entonces, no se puede detectar ninguna tensión o sólo una tensión reducida en comparación con un seccionador semiconductor intacto 27.

Para probar una apertura, el seccionador semiconductor 28 se puede probar de la misma manera alimentando una corriente eléctrica de prueba en las salidas 44 y/o 47 y cerrando el interruptor semiconductor de lado bajo 23 del par de interruptores semiconductores 16, con cuya salida 45 está conectado el seccionador semiconductor 28.

Para probar una apertura, el seccionador semiconductor 29 se puede probar de la misma manera alimentando una corriente eléctrica de prueba en las salidas 44 y/o 45 y cerrando el interruptor semiconductor de lado bajo 25 del par de interruptores semiconductores 18, con cuya salida 46 está conectado el seccionador semiconductor 29.

La unidad de control 40 está diseñada, por ejemplo, para enviar una señal de control para generar una corriente eléctrica de prueba en la fuente de corriente eléctrica de prueba 38 a través de la línea de conexión 58 a fin de probar el cierre de los seccionadores semiconductores 27, 28 y 29 de la etapa de salida de potencia 40. La fuente de corriente eléctrica de prueba 38 puede, por ejemplo, alimentar una corriente eléctrica de prueba en la salida 45 del par de interruptores semiconductores 16 a través de la línea de conexión 56 y/o a través de la línea de conexión 57, una corriente eléctrica de prueba en la salida 46 del par de interruptores semiconductores 18. Durante este paso de prueba, para probar el seccionador de semiconductor 27, la unidad de control 40 controla el interruptor semiconductor del lado bajo del par de interruptores semiconductores 14, que está conectado en el lado de salida con el seccionador de semiconductor 27, para que se cierre. Los interruptores semiconductores restantes de la etapa de salida de potencia 10 son activados por la unidad de control 40 para la apertura. Los interruptores seccionadores semiconductores 27, 28 y 29 de la etapa de salida de potencia 10 son activados por la unidad de control 40 para el cierre. La unidad de control 40 está diseñada para determinar un defecto del seccionador semiconductor 27 en función de la tensión resultante en la salida 12. Cuando el interruptor seccionador semiconductor 27 está defectuoso, es decir, presenta alta resistencia y no puede cerrarse, el potencial en el nodo de conexión 41 - y el de los nodos de conexión 42 y 43 a través de las bobinas del estator de baja resistencia - no es llevado a masa por el interruptor semiconductor del lado bajo 21 cerrado. Entonces, en la salida 12 se puede detectar una tensión que es mayor que en comparación con un seccionador semiconductor intacto, es decir, cero o un valor de tensión más bajo que en el caso de un seccionador semiconductor 27 defectuoso.

El seccionador semiconductor 28 se puede probar de la misma manera alimentando una corriente eléctrica de prueba en las salidas 44 y/o 47 y cerrando el interruptor semiconductor de lado bajo 23 del par de interruptores semiconductores 16, con cuya salida 45 está conectado el seccionador semiconductor 28.

El seccionador semiconductor 29 se puede probar de la misma manera alimentando una corriente eléctrica de prueba en las salidas 44 y/o 45 y cerrando el interruptor semiconductor de lado bajo 25 del par de interruptores semiconductores 18, con cuya salida 46 está conectado el seccionador semiconductor 29.

REIVINDICACIONES

1. Motor eléctrico que se conmuta electrónicamente (1)

con al menos dos bobinas de estator (7, 8, 9) y un rotor (5), en particular, diseñado como un imán permanente;

y una etapa de salida de potencia (10) con interruptores semiconductores (20, 21, 22, 23, 24, 25), en donde la etapa de salida de potencia (10) presenta al menos un par de interruptores semiconductores (14, 16, 18) para cada bobina de estator (7, 8, 9), y con una unidad de control (40), que está conectada con la etapa de salida de potencia (10) y está diseñada para controlar los interruptores semiconductores (20, 21, 22, 23, 24, 25) para energizar las bobinas del estator (7, 8, 9) para generar un campo magnético giratorio, y la etapa de salida de potencia (10) presenta al menos un interruptor seccionador semiconductor (27, 28, 29) que conecta una salida de un par de interruptores semiconductores (14, 16, 18) con una salida (12) de la etapa de salida de potencia (10); en donde la salida (12) de la etapa de salida de potencia (10) está conectada con una bobina de estator (7, 8, 9);

caracterizado porque,

la unidad de control (40) está conectada con las salidas (44, 45, 46) de los pares de interruptores semiconductores (14, 16, 18) y diseñada para controlar los interruptores semiconductores (20, 21, 22, 23, 24, 25) y los interruptores seccionadores semiconductores (27, 28, 29) para la apertura y para suministrar una corriente eléctrica de prueba en al menos una salida (44, 45, 46), y para detectar una tensión de salida generada en la salida (12) de la etapa de salida de potencia (10) y para determinar una función de al menos un interruptor semiconductor de los interruptores semiconductores (20, 21, 22, 23, 24, 25), en función de la tensión de salida;

en donde la unidad de control (40) está diseñada para controlar un interruptor semiconductor del lado bajo de un par de interruptores semiconductores para que se cierre a fin de probar un par de interruptores semiconductores y para controlar el interruptor semiconductor conectado al par de interruptores semiconductores y al menos otro interruptor semiconductor para que abra o cierre y para suministrar una corriente eléctrica de prueba en al menos una salida de otro par de interruptores semiconductores de los pares de interruptores semiconductores y para determinar un defecto del interruptor seccionador semiconductor en función de un valor de la tensión resultante del interruptor seccionador semiconductor en la salida (12) de la etapa de potencia (10) en comparación con una corriente eléctrica de prueba cuando el seccionador semiconductor no es defectuoso.

2. Motor eléctrico (1) según la reivindicación 1,

caracterizado porque,

el par de interruptores semiconductores (14, 16, 18) comprende un interruptor semiconductor del lado alto (20, 22, 24) y un interruptor semiconductor del lado bajo (21, 23, 25) y la unidad de control (40) está diseñada para abrir todos los interruptores semiconductores (20, 21, 22, 23, 24, 25) para la prueba de los interruptores semiconductores del lado bajo (21, 23, 25), y para suministrar una corriente eléctrica de prueba en al menos una salida (44, 45, 46) y para determinar un defecto en al menos un interruptor semiconductor del lado bajo (21, 23, 25) en función de la tensión de salida en la salida (12).

3. Motor eléctrico (1) según la reivindicación 1 ó 2,

caracterizado porque,

la unidad de control (40) está diseñada para detectar un valor de una reducción de la corriente eléctrica de prueba en comparación con una corriente eléctrica de prueba en una etapa de salida de potencia no defectuosa en la salida (12) de la etapa de salida de potencia (10) y, en función del valor, determinar un defecto, en particular un cortocircuito, al menos de un interruptor semiconductor del lado bajo (21, 23, 25).

4. Equipo de dirección con un motor eléctrico (1) según una de las reivindicaciones precedentes.

5. Procedimiento para el funcionamiento de un motor eléctrico que se conmuta electrónicamente; en donde el motor eléctrico presenta una etapa de salida de potencia que para cada bobina del estator del motor eléctrico presenta un par de interruptores semiconductores, que comprenden un interruptor semiconductor del lado alto y un interruptor semiconductor del lado bajo y al menos un interruptor seccionador semiconductor; en donde el interruptor seccionador semiconductor conecta una salida del par de interruptores semiconductores con una bobina de estator; en donde en dicho procedimiento, antes de un funcionamiento, para generar un par se suministra al menos una corriente eléctrica de prueba a una salida de un par de interruptores de semiconductores y se detecta un valor de la corriente eléctrica de prueba que fluye a través del seccionador semiconductor y en función del valor se determina

- 5 un defecto de un seccionador semiconductor de la etapa de salida de potencia; en donde, para probar el seccionador semiconductor, el interruptor semiconductor del lado bajo del par de interruptores de semiconductores se controla para el cierre y el seccionador semiconductor conectado con el par de interruptores semiconductores y al menos otro interruptor seccionador semiconductor se controla para la apertura o el cierre y la corriente eléctrica de prueba se suministra a por lo menos una salida de otro par de interruptores semiconductores de los pares de interruptores semiconductores y en función de un valor de la tensión resultante del interruptor seccionador semiconductor en la salida (12) de la etapa de potencia (12) en comparación con una corriente eléctrica de prueba cuando el seccionador semiconductor no está defectuoso, se determina un defecto en el seccionador de semiconductores.

10

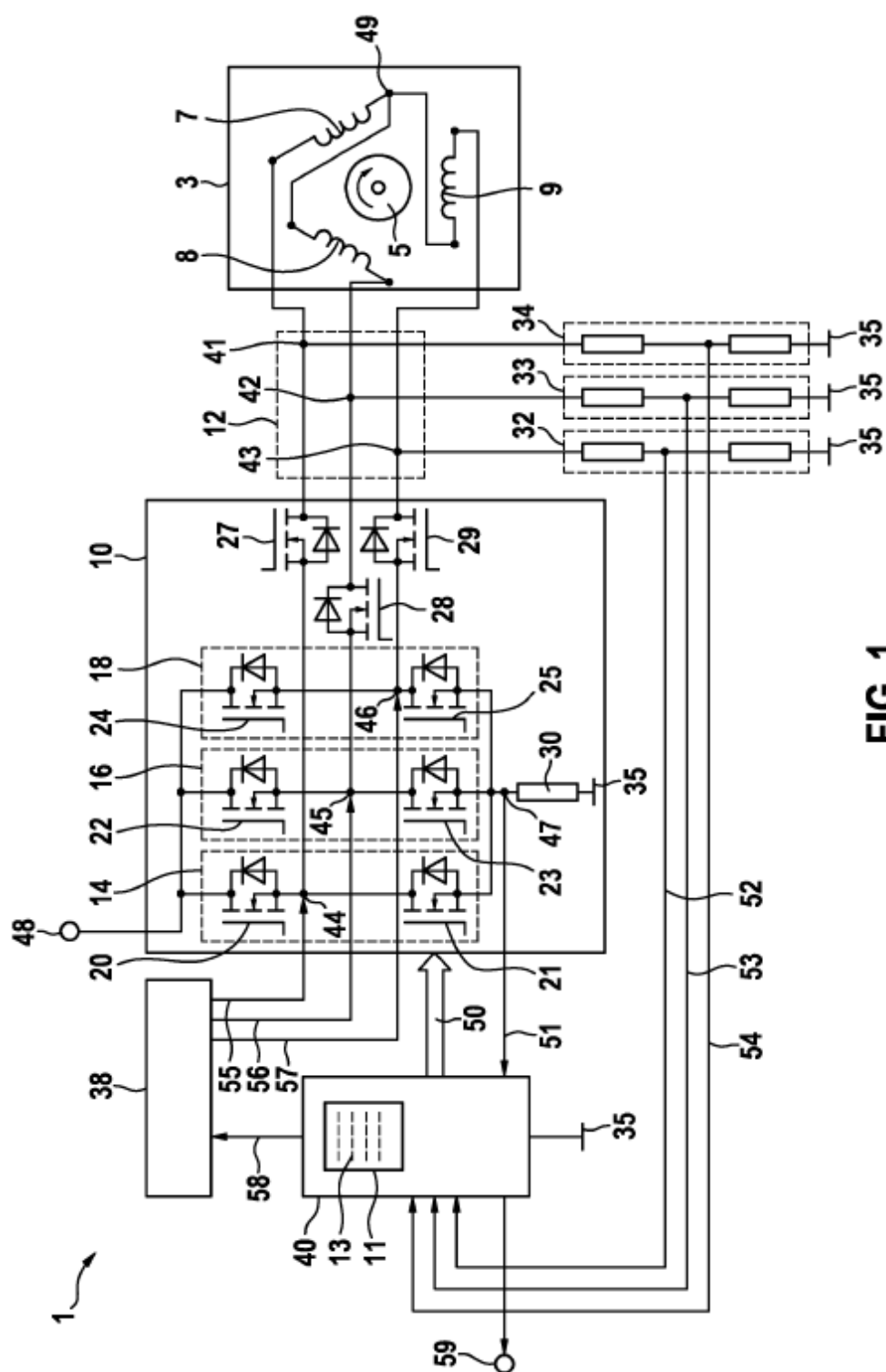


FIG. 1