

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 380 597**

51 Int. Cl.:
H02K 1/27 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **04770963 .9**
96 Fecha de presentación: **28.07.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1670117**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.06.2006**

54 Título: **Motor de imanes permanentes**

30 Prioridad:
19.09.2003 JP 2003327599

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.05.2012

73 Titular/es:
**TOSHIBA CARRIER CORPORATION
1-1, SHIBAURA 1-CHOME, MINATO-KU
TOKYO 105-8001, JP**

72 Inventor/es:
FUTAMI, Toshihiko

74 Agente/Representante:
Isern Jara, Jorge

ES 2 380 597 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 de imanes permanentes

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Campo de la invención

10 La presente invención se refiere a un motor de imanes permanentes dotado de un rotor que consiste en una serie de imanes permanentes incorporados en el núcleo del rotor.

Técnica relacionada

15 Se han dado a conocer motores de imanes permanentes cuya resistencia a la desmagnetización y eficiencia ha sido mejorada por la incorporación de imanes permanentes en el núcleo del rotor (ver, por ejemplo, solicitud de patente japonesa 11-187597). La figura 11 es una vista lateral que muestra un extremo de un rotor de un motor de imanes permanentes según una vista a lo largo de la dirección de inserción del eje de rotación del rotor antes de insertar dicho eje de rotación. En la figura 11, el rotor 2 comprende un núcleo del rotor 2A y un eje de rotación (no mostrado), de manera que el núcleo 2A del rotor es un apilamiento de placas de acero en forma general de poste con un perfil cilíndrico. Cerca de su circunferencia, el núcleo 2A del rotor tiene unas ranuras 5 de retención de los imanes permanentes, correspondiendo a los lados de un octágono aproximadamente regular y, cada una de las ranuras 5 de retención de los imanes permanentes contiene un imán permanente 4. Los imanes permanentes 4 están dispuestos de manera tal que los polos S y N alternan entre sí. Una serie de ranuras alargadas radialmente 6 están dispuestas alargadas entre sí a lo largo de cada una de las ranuras 5 de retención de los imanes permanentes sobre un núcleo externo 3, fuera de las ranuras 5 de retención de los imanes permanentes. Un orificio 8 para el eje de rotación queda dispuesto en el eje del núcleo 2A del rotor para recibir el eje de rotación.

30 Con el motor de imanes permanentes convencional descrito, las ranuras 6 del núcleo 2A del rotor están separadas a intervalos iguales para conducir la entrada y salida del flujo magnético de los imanes permanentes 4 radialmente y también para impedir que el flujo magnético (al que se hará referencia a continuación como flujo de reacción de la armadura) generado por las corrientes del arrollamiento del estator se curve a lo largo de la circunferencia del núcleo externo 3.

35 No obstante, cuando la serie de ranuras 6 están dispuestas a intervalos iguales, la distribución del flujo magnético radial en los imanes permanentes 4 tiene perfil trapezoidal. Como consecuencia, la relación de posición geométrica entre el estator y el rotor produce un elevado par de frenado, aumentando la vibración.

40 Asimismo, el voltaje inducido por los arrollamientos del estator tiene una forma de onda distorsionada con muchos armónicos, que resulta no solamente en un aumento del ruido, sino también en un aumento de pérdidas del núcleo, lo que resulta a su vez en una eficiencia más reducida.

45 Además, si el estator es impulsado por una corriente CA con onda senoidal trifásica, solamente una componente de onda fundamental contribuye efectivamente al par, mientras que los componentes armónicos producen una ondulación del par que aumenta las vibraciones y los ruidos.

50 RESUMEN DE LA INVENCION

Para solucionar los problemas antes mencionados, un objetivo de la presente invención consiste en dar a conocer un motor de imanes permanentes de alta eficiencia que pueda reducir el flujo de reacción de la armadura, mejorar la distribución de flujo magnético en el núcleo externo y reducir de esta manera los ruidos y las vibraciones.

Para conseguir los objetivos anteriores, la presente invención da a conocer un motor de imanes permanentes, tal como se indica en las reivindicaciones 1 a 5.

55 La reivindicación 1 de la presente invención define un motor de imanes permanentes que comprende un rotor dotado de un núcleo del rotor que tiene la estructura de un conjunto de placas de acero apiladas conformadas en forma general de una columna, ranuras de retención de los imanes permanentes dotadas de las partes del núcleo del rotor que corresponden a los lados de un polígono aproximadamente regular centrado en el eje del núcleo del rotor, imanes permanentes insertados en las respectivas ranuras de retención de los imanes permanentes y una serie de ranuras alargadas radialmente dispuestas separadas entre sí a lo largo de cada una de las ranuras de retención de imanes permanentes de núcleo externo por fuera de las ranuras de retención de los imanes permanentes, caracterizado porque, en un extremo radialmente externo, las ranuras están igualmente separadas, mientras que en el extremo radialmente interno, la separación entre las ranuras se reduce al aumentar la distancia desde el centro de cada imán permanente, siendo la separación mayor la del centro.

65

La reivindicación 2 de la presente invención define el motor de imanes permanentes según la reivindicación 1, caracterizado porque si los lados de los imanes permanentes se hacen corresponder a la base de una onda senoidal, la separación entre las ranuras en el extremo radialmente interno es proporcional a la altura de la onda senoidal.

5 La reivindicación 3 de la presente invención define el motor de imanes permanentes según la reivindicación 2, caracterizado porque el rotor tiene $2n$ polos magnéticos y el estator tiene $3n$ dientes, cada uno de los cuales tiene un conductor arrollado de manera concentrada, siendo n un entero positivo, y los lados de los imanes permanentes corresponden a la base de la onda senoidal cuando está contraída hacia el centro.

10 La reivindicación 4 de la presente invención define el motor de imanes permanentes según la reivindicación 1, caracterizado porque la anchura del núcleo entre un extremo radialmente externo de las ranuras y la circunferencia externa del núcleo del rotor es mayor en el centro de los imanes permanentes que en ambos extremos.

15 La reivindicación 5 de la presente invención define el motor de los imanes permanentes según la reivindicación 1, caracterizado porque la anchura del núcleo entre un extremo radialmente externo de las ranuras de retención de los imanes permanentes y un extremo radialmente interno de las ranuras, así como la anchura del núcleo entre un extremo radialmente interno de las ranuras y una circunferencia externa del núcleo del rotor son de 1 a 3 veces el grosor de las placas de acero.

20 La presente invención reduce el flujo de reacción de la armadura, mejora la distribución de flujo magnético en el núcleo externo y proporciona, por lo tanto, un imán permanente altamente eficiente con ruidos y vibraciones reducidos.

25 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es una vista lateral que muestra un extremo de un rotor de un motor de imanes permanentes, según una primera realización de la presente invención, según una vista a lo largo de la dirección de inserción del eje de rotación antes de la inserción del eje de rotación;

30 La figura 2 es una vista lateral que muestra un extremo de un rotor de un motor de imanes permanentes, de acuerdo con una segunda realización de la presente invención, según una vista a lo largo de la dirección de inserción del eje de rotación antes de la inserción del eje de rotación;

35 La figura 3 es una vista parcialmente ampliada que muestra en detalle la separación en los extremos radialmente internos de las ranuras formadas en un núcleo externo del núcleo del rotor mostrado en la figura 2;

40 La figura 4 es un gráfico de la forma de onda utilizado para determinar la separación en el extremo radialmente interno de las ranuras formadas en el núcleo externo del núcleo del rotor mostrado en la figura 2;

La figura 5 es una vista lateral que muestra un extremo de un rotor y un estator de un motor de imanes permanentes, según una tercera realización de la presente invención;

45 La figura 6 es un gráfico de la forma de onda utilizado para determinar la separación en el extremo radialmente interno de las ranuras formadas en el núcleo externo del núcleo del rotor mostrado en la figura 5;

La figura 7 es un gráfico de distribución de flujo magnético generado en el núcleo del rotor mostrado en la figura 5;

50 La figura 8 es una vista parcialmente ampliada que muestra un extremo de un rotor de un motor de imanes permanentes, según una cuarta realización de la presente invención, según una vista a lo largo de la dirección de inserción del eje de rotación;

55 La figura 9 es un gráfico de la forma de onda de voltaje inducido, que muestra el funcionamiento de la cuarta realización mostrado en la figura 8;

La figura 10 es un diagrama que muestra un circuito de control que controla el motor de imanes permanentes de cada una de las realizaciones; y

60 La figura 11 es una vista lateral que muestra un extremo de un rotor de un motor de imanes permanentes, según una vista a lo largo de la dirección de inserción del eje de rotación del rotor, antes de la introducción del eje de rotación.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

65 A continuación, se describirá la presente invención de manera más específica, haciendo referencia a las realizaciones mostradas en los dibujos.

La figura 1 es una vista lateral que muestra un extremo de un rotor de un motor de imanes permanentes, según una primera realización de la presente invención según una vista a lo largo de la dirección de inserción del eje de rotación antes de la inserción de dicho eje de rotación. En la figura, los mismos componentes del motor convencional de la figura 11 están indicados por los mismos numerales de referencia que los componentes correspondientes de la figura 11, y se omitirá su descripción. El rotor 2 consiste en un núcleo 2A del rotor y un eje de rotación (no mostrado), en el que el núcleo 2A del rotor tiene una forma general de apilamiento en forma de columna de placas de acero con un perfil cilíndrico.

El núcleo 2A del rotor tiene ranuras 5 de retención de los imanes permanentes formadas en lugares que corresponden a los lados de un cuadrilátero aproximadamente regular, cerca de la circunferencia externa del núcleo 2A del rotor. Un imán permanente está incorporado en cada una de las ranuras 5 de retención de los imanes permanentes. Una serie de ranuras alargadas radialmente 6, por ejemplo diez ranuras, están dispuestas separadas entre sí a lo largo de cada una de las ranuras 5 de retención de los imanes permanentes en un núcleo externo 3 por fuera de las ranuras 5 de retención de los imanes permanentes. Un orificio 8 para el eje de rotación está dispuesto en el centro del núcleo 2A del rotor para recibir el eje de rotación y unos orificios 9 para unos pernos pasantes quedan dispuestos alrededor del orificio 8 para el eje de rotación.

De acuerdo con esta realización, en el extremo radialmente externo, las ranuras 6 están separadas aproximadamente de manera uniforme a lo largo de la circunferencia externa del núcleo 2A del rotor, mientras que en el extremo radialmente interno, la separación entre las ranuras se reduce en una distancia creciente desde el centro de cada imán permanente 4, siendo la mayor la separación en el centro del imán permanente 4.

Dado que las ranuras 6 están dispuestas tal como se ha descrito anteriormente, el flujo magnético a los imanes permanentes 4 que pasan a través de los núcleos de los polos entre la ranura 6, es aproximadamente proporcional a la separación en el extremo de la ranura 6 más próximos de los imanes permanentes (4). Como consecuencia, la distribución del flujo magnético de los imanes permanentes 4 que pasa a través del núcleo externo 3 se reduce al aumentar la distancia desde el centro de cada imán permanente 4, siendo la separación en el centro del imán permanente 4 la mayor cuando se observa en dirección circunferencial. Esto aumenta el flujo magnético efectivo que contribuye a la generación de par, produce un menor flujo magnético armónico y pérdidas en el núcleo que en el caso de una distribución de flujo magnético trapecial y reduce el par variable que produce vibraciones.

De este modo, la primera realización reduce el flujo de reacción de la armadura utilizando la serie de ranuras, mejora la distribución de flujo magnético en el núcleo externo y, por lo tanto, proporciona un imán permanente más eficiente con reducción de ruidos y vibraciones.

La figura 2 es una vista lateral que muestra un extremo del rotor de un motor de imanes permanentes, de acuerdo con una segunda realización de la presente invención, según una vista a lo largo de la dirección de inserción del eje de rotación antes de la inserción de dicho eje de rotación. En la figura, los mismos componentes que en la primera realización de la figura 1 están indicados por los mismos numerales de referencia que los componentes correspondientes de la figura 1, y se omitirá su descripción. Un núcleo 2B del rotor tiene dove ranuras 6 dispuestas separadas entre sí a lo largo de cada una de las ranuras 5 de retención de los imanes permanentes. En el extremo radialmente externo, las ranuras 6 están separadas aproximadamente de forma igual a lo largo de la circunferencia exterior del núcleo 2B del rotor. En el extremo radialmente interno, un lado de cada imán permanente se hace corresponder a la base de una onda senoidal y las ranuras están dispuestas de manera que la separación entre ellas será proporcional a la altura de la onda senoidal.

La figura 3 es una vista parcialmente ampliada que muestra en detalle la separación en el extremo radialmente interno de la ranura 6 formada en el núcleo externo 3 por fuera del imán permanente 4 en el núcleo 2B del rotor. La separación en el centro longitudinal del imán permanente 4 se ha indicado por P1 y las separaciones P2, P3, ... P6 y P7 son determinadas de manera tal que se reducirán al aumentar la distancia con respecto al centro. Tal como se muestra en la figura 4, la base de una onda senoidal (semionda) igual a 180 grados de ángulo eléctrico se lleva a correspondencia con la longitud W del imán permanente 4, la onda senoidal es dividida en 15 partes a lo largo del ángulo eléctrico, la altura de la parte central está indicada por P1 y las alturas de las partes externas están indicadas de manera secuencial P2, P3, ... P6 y P7 y las separaciones P1 a P7 en el extremo radialmente interno de las ranuras 6 están determinadas de manera tal que son proporcionales a las alturas P1 a P7. De esta manera, se cumple la relación $P1 > P2 > P3 > P4 > P5 > P6 > P7$. Asimismo, el flujo magnético es proporcional a las separaciones P1 a P7, con el resultado de una distribución de flujo magnético próxima a la onda senoidal.

De este modo, la segunda realización reduce el flujo de realización de la armadura utilizando una serie de ranuras, mejora adicionalmente la distribución de flujo magnético en el núcleo externo y, por lo tanto, proporciona un imán permanente muy eficiente con reducción de ruidos y vibraciones.

La figura 5 es una vista lateral que muestra un extremo de un rotor y un estator de un motor de imanes permanentes, de acuerdo con una tercera realización de la presente invención. En particular, utiliza como rotor 2, un núcleo de rotor 2C similar al núcleo de rotor 2B mostrado en la figura 3. Las separaciones P1 a P7 en los extremos

radialmente internos de la ranuras 6 son determinadas en este caso suponiendo que el rotor 2 tiene $2n$ ($=4$) polos magnéticos, mientras que el estator 1 tiene $3n$ ($=6$) dientes, cada uno de los cuales tiene un conductor 7 arrollado de forma concentrada, siendo n un entero positivo (2 en este caso), suponiendo que los lados de los imanes permanentes 4, cuando se contraen hacia el centro, corresponden a la base de la onda senoidal mostrada en la figura 4.

Si existe una relación de $2n:3n$ entre el número de los polos del rotor (2) y el número de los dientes del estator (1), los intervalos angulares entre los polos del rotor 2 son menores que los intervalos angulares entre los dientes del estator 1 y, por lo tanto, los dientes de cada fase del estator 1 no pueden recibir la totalidad del flujo magnético de un polo del rotor 2.

La figura 6 es un diagrama explicativo que muestra la forma de solucionar este problema. El núcleo 2C del rotor está configurado de la manera siguiente: en vez de poner la longitud total W del imán permanente 4 en correspondencia con la base de una onda senoidal directamente, se crea una onda senoidal con la misma área que la onda senoidal mostrada en la figura 4 en un segmento obtenido al contraer el imán permanente 4 hacia dentro en una longitud predeterminada desde sus extremos opuestos y las separaciones $P1$ a $P7$ en el extremo radialmente interno de las ranuras 6 son determinadas de manera tal que sean proporcionales a las ranuras $P1$ a $P7$ obtenidas al dividir de manera uniforme la onda senoidal creada. Como consecuencia, tal como se ha mostrado en la figura 7, en comparación con la distribución de flujo magnético, de acuerdo con la segunda realización, representado por una curva de trazos P , la distribución de flujo magnético, de acuerdo con la tercera realización, es más próxima a la onda senoidal, aumentando rápidamente e intensificándose en la sección media, tal como se ha indicado por la curva de trazo continuo Q . De este modo, la tercera realización proporciona una forma de onda de voltaje inducido más favorable que la segunda realización, y además mejora la eficiencia del motor.

De este modo, la tercera realización reduce el flujo de reacción de la armadura utilizando la serie de ranuras, mejora adicionalmente la distribución de flujo magnético en el núcleo externo y, por lo tanto, proporciona un motor de imanes permanentes altamente eficiente con reducción de ruidos y vibraciones.

La figura 8 es una vista lateral parcialmente ampliada que muestra un extremo del rotor de un motor de imanes permanentes, de acuerdo con una cuarta realización de la presente invención, según una vista a lo largo de la dirección de inserción del eje de rotación. En la figura, los mismos componentes de la figura 3 se han indicado con los mismos numerales de referencia tal como corresponden a la figura 3 y, por lo tanto, se omitirá su descripción. En un núcleo 2D del rotor, la anchura del núcleo entre el extremo radialmente externo de la ranura 6 y la circunferencia externa del núcleo 2D del rotor es mayor (por ejemplo, $d2$) en el centro del imán permanente que en lugares alejados del centro (por ejemplo, $d1$). La razón se explicará a continuación.

Si la anchura del núcleo entre el extremo externo radialmente de la ranura 6 y la circunferencia externa del núcleo del rotor fuera uniforme, la oscilación ("rippling"), es decir, la pulsación con pequeña amplitud, puede tener lugar en la sección media de la forma de onda de voltaje inducido, en la que el flujo es intenso, tal como se ha mostrado en la figura 9. Quizás la razón de ello es que la anchura del núcleo entre el extremo radialmente externo de la ranura 6 y la circunferencia externa del núcleo del rotor es demasiado reducida para la intensidad del flujo magnético, resultando en una reluctancia magnética elevada. Al hacer la anchura del núcleo entre el extremo radialmente externo de la ranura 6 y la circunferencia externa del núcleo del rotor 2D más grande ($d2$), cerca del centro del polo, en el que tiene lugar la oscilación ("rippling"), de manera más marcada en la distribución de flujo magnético que en la otra parte ($d1$), el núcleo 2D del rotor, de acuerdo con esta realización, impide la oscilación en la forma de onda de voltaje inducido sin eliminar el efecto del control de la distribución del flujo magnético llevado a cabo por medio de las ranuras 6.

De este modo, la cuarta realización reduce el flujo de reacción de la armadura utilizando la serie de ranuras, mejora adicionalmente la distribución de flujo magnético en el núcleo externo y, por lo tanto, proporciona un motor de imanes permanentes altamente eficiente con reducción de ruido y vibración.

La figura 10 muestra un circuito de control que controla el motor de imanes permanentes. Una corriente alterna del suministro 10 de potencia en CA es convertida en corriente continua mediante un convertidor 11. La salida de CC es convertida en corriente alterna de la frecuencia deseada por el inversor 12 capaz de producir una salida de frecuencia variable y la corriente alterna resultante es suministrada a un motor 13 de imanes permanentes (al que se hace referencia a continuación como motor 13). Un detector de posición 14 detecta la posición del rotor del motor 13 basándose en el voltaje del terminal del motor 13 y lo envía como señal de posición a un controlador 15. Utilizando la señal de posición, el controlador 15 controla el inversor 12, de manera tal que la frecuencia de salida del inversor 12 será sincronizada con la frecuencia de rotación del motor 13. A este respecto, el motor 13 es prácticamente un motor síncrono trifásico y el inversor 12 está configurado como tipo puente trifásico de manera correspondiente. Los brazos positivos de las fases U, V y W se indican por $U+$, $V+$ y $W+$, respectivamente, indicando los brazos negativos por $U-$, $V-$ y $W-$. La configuración de circuito que se ha mostrado constituye un motor de CC sin conmutador. A este respecto, el método para detectar la posición del rotor de un motor basado en el montaje del terminal del motor se conoce como método sin sensor o método indirecto de detección de posición.

5 Como es bien sabido, en el arrollamiento de cada fase del motor 13, un par formado por un brazo positivo de una fase y un brazo negativo de otra fase giran, y los otros brazos permanecen parados en cada instante. Al ser conmutado el brazo que debe ser girado, entre las tres fases en secuencia, se facilita al motor 13 una salida deseada trifásica desde el inversor 12. Esto hace posible controlar el estator al suministrar una corriente alterna trifásica de onda senoidal.

10 Es deseable minimizar la anchura del núcleo entre el extremo radialmente externo de las ranuras 5 de retención de los imanes permanentes y los extremos radialmente internos de las ranuras 6, así como la anchura del núcleo entre el extremo radialmente externo de las ranuras 6 y una circunferencia externa del núcleo del rotor desde el punto de vista de impedir que el flujo magnético se curve a lo largo de la circunferencia. Por otra parte, es deseable proporcionar una cierta tolerancia cuando se troquelan las placas de acero. Para reducir la oscilación ("rippling"), de manera apropiada, la anchura de núcleo es de 1 a 3 veces el grosor de la placa de acero magnético.

15 Si bien en las realizaciones anteriores los imanes permanentes están incorporados en las partes del núcleo del rotor que corresponden a los lados de un cuadrilátero regular centrado en el eje del núcleo del rotor, la presente invención no está limitada a ello. La presente invención es aplicable a casi cualquier motor de imanes permanentes cuyo rotor consiste en imanes permanentes incorporados en las partes del núcleo del rotor que corresponden a los lados de un polígono aproximadamente regular centrado sobre el eje del núcleo del rotor.

20 Además, si bien en las realizaciones anteriores se forman de diez a doce ranuras 6 en el núcleo externo 3, la presente invención es aplicable a cualquiera motor de imanes permanentes que tenga cuatro o más ranuras 6, considerando que las ranuras están dispuestas en relación con una onda senoidal.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Motor de imanes permanentes que comprende un rotor dotado de un núcleo del rotor que está formado de manera general por un apilamiento en forma de columna de placas de acero, ranuras de retención de los imanes permanentes en las partes del núcleo del rotor que corresponden a los lados de un polígono aproximadamente regular centrado sobre el eje del núcleo del rotor, imanes permanentes insertados en las respectivas ranuras de retención de los imanes permanentes y una serie de ranuras alargadas radialmente dispuestas separadas entre sí a lo largo de cada una de las ranuras de retención de los imanes permanentes en un núcleo externo por fuera de las ranuras de retención de los imanes permanentes, caracterizado porque en un extremo radialmente externo, las ranuras están separadas de manera igual, mientras que en el extremo radialmente interno, la separación entre las ranuras se reduce con el incremento de la distancia desde el centro de cada imán permanente, siendo la mayor con la separación en el centro.
- 10
- 15 2. Motor de imanes permanentes, según la reivindicación 1, caracterizado porque si los lados de los imanes permanentes se hacen corresponder a la base de una onda senoidal, la separación entre las ranuras en el extremo radialmente interno es proporcional a la altura de la onda senoidal.
- 20 3. Motor de imanes permanentes, según la reivindicación 2, caracterizado porque el rotor tiene $2n$ polos magnéticos y el estator tiene $3n$ dientes, cada uno de los cuales tiene un conductor arrollado de manera concentrada, de manera que n es un entero positivo y los lados de los imanes permanentes corresponden a la base de la onda senoidal cuando se contrae hacia el centro.
- 25 4. Motor de imanes permanentes, según la reivindicación 1, caracterizado porque la anchura del núcleo entre un extremo radialmente externo de las ranuras y la circunferencia externa del núcleo del rotor es mayor en el centro de los imanes permanentes que en ambos extremos.
- 30 5. Motor de imanes permanentes, según la reivindicación 1, caracterizado porque la anchura del núcleo entre un extremo radialmente externo de las ranuras de retención de los imanes permanentes y un extremo radialmente interno de las ranuras, así como la anchura del núcleo entre un extremo radialmente de las ranuras y una circunferencia externa del núcleo del rotor son de 1 a 3 veces el grosor de las placas de acero.
6. Motor de imanes permanentes, según la reivindicación 1, caracterizado porque, como mínimo, cuatro ranuras están dispuestas a lo largo de cada una de las ranuras para los imanes permanentes.

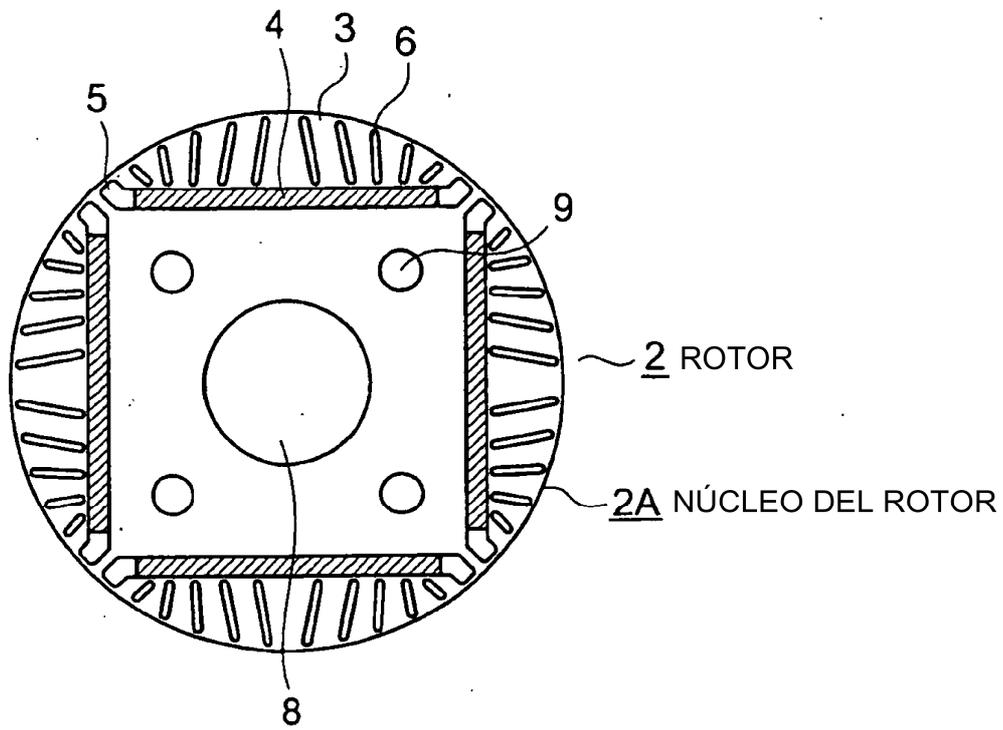


FIG. 1

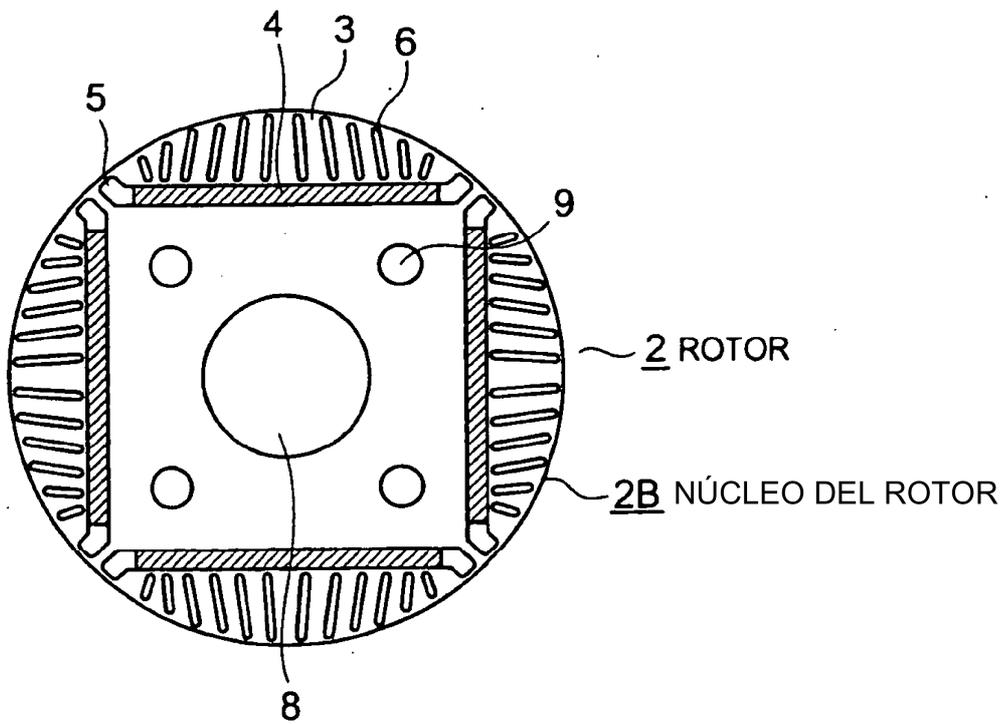


FIG. 2

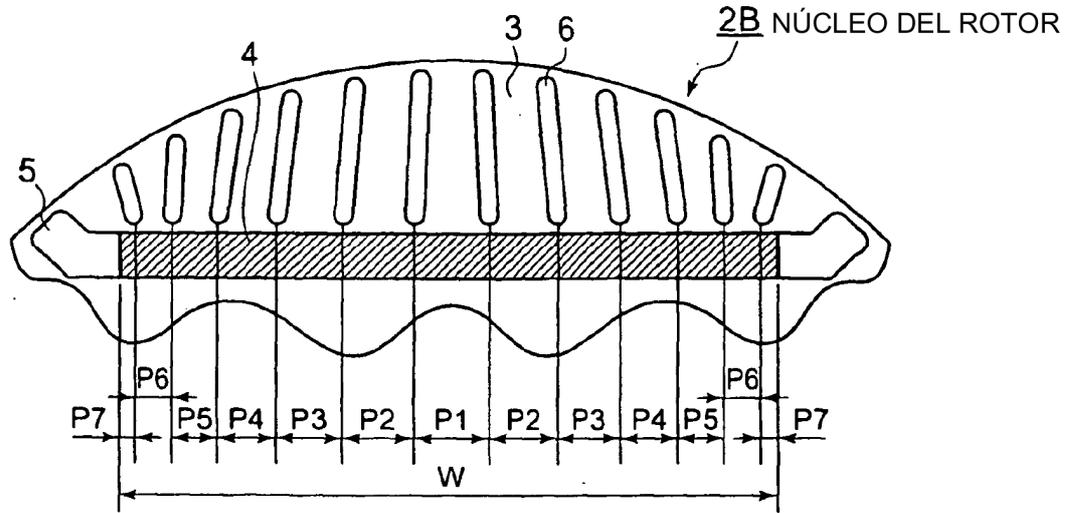


FIG. 3

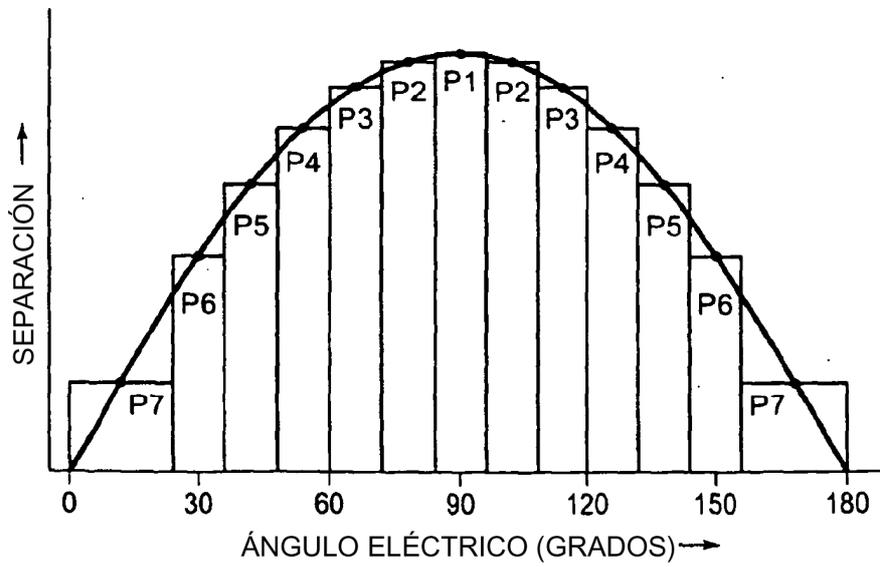


FIG. 4

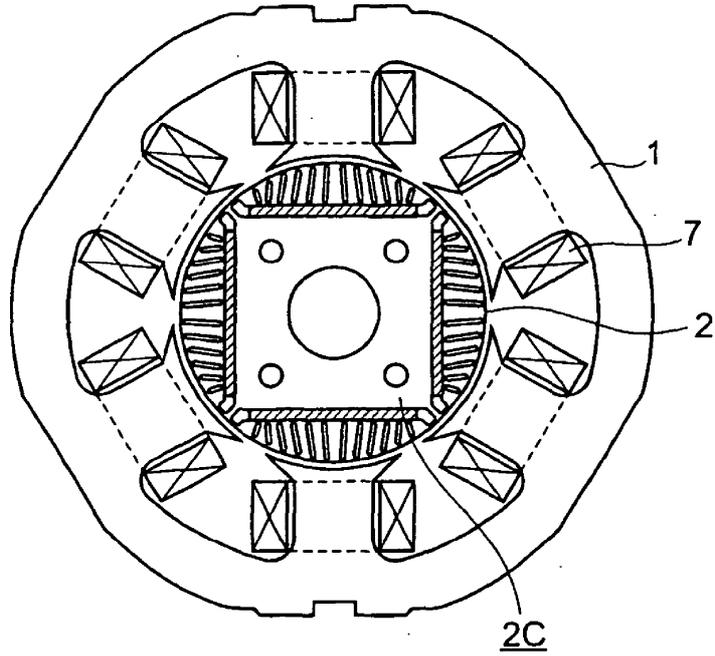


FIG. 5

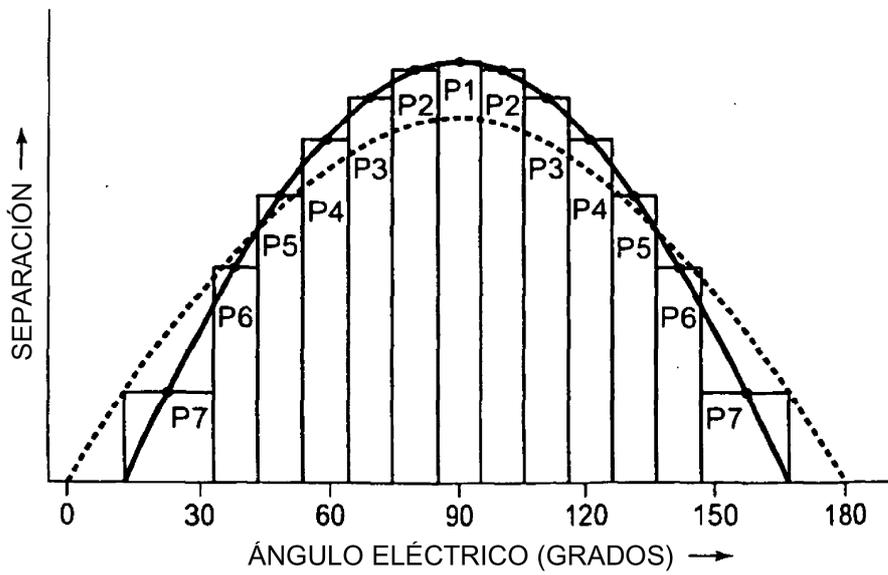


FIG. 6

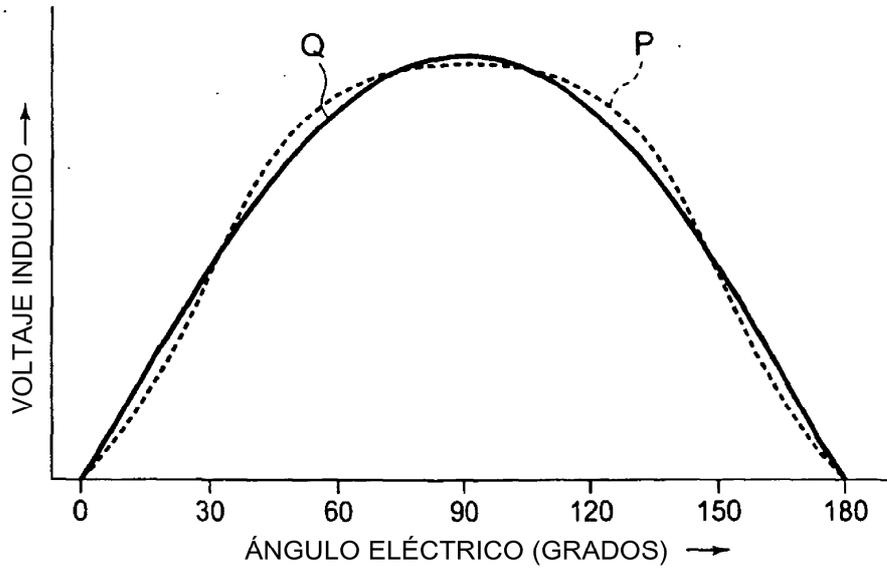


FIG. 7

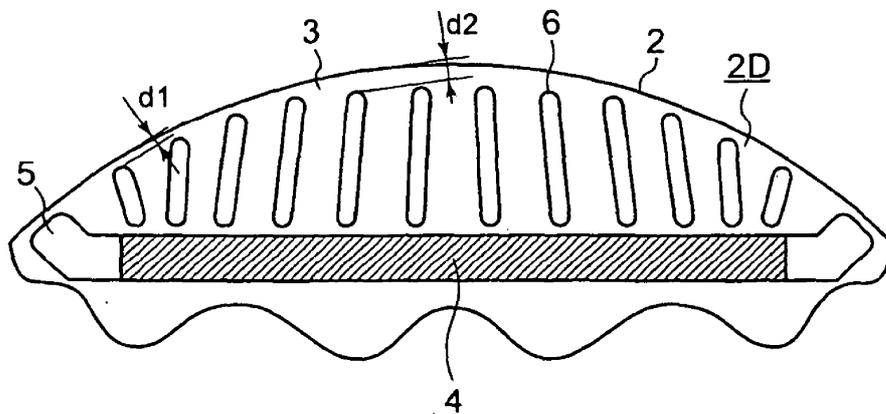


FIG. 8

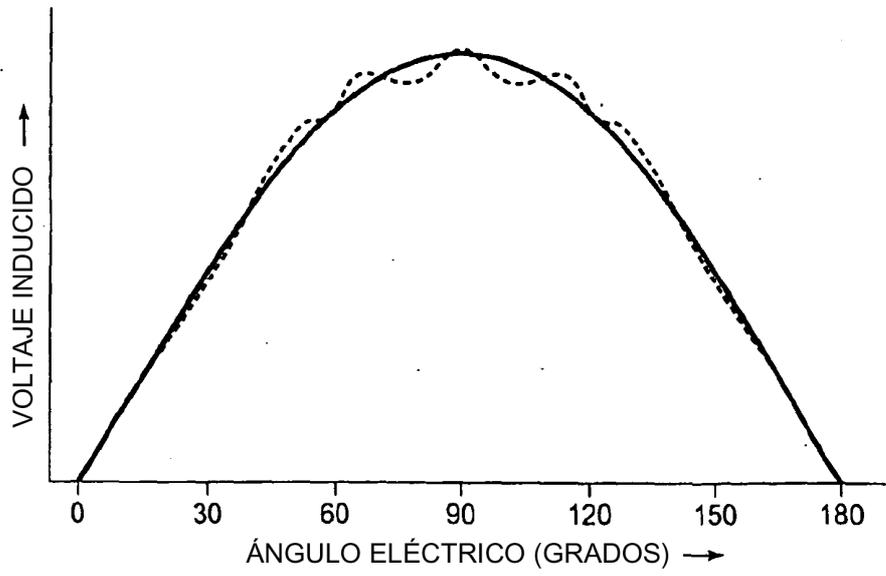


FIG. 9

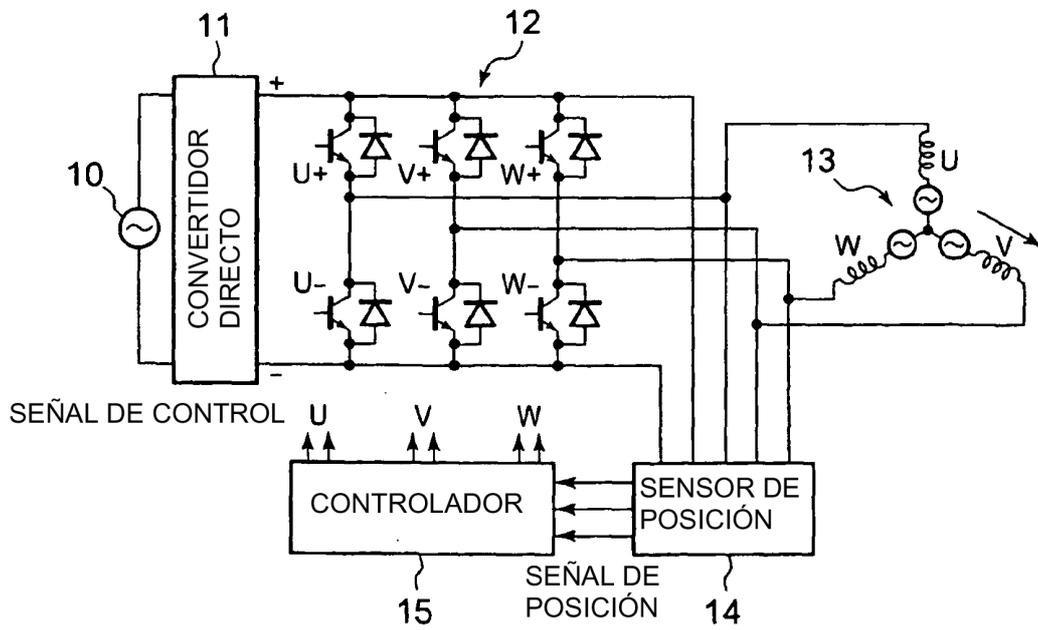


FIG. 10

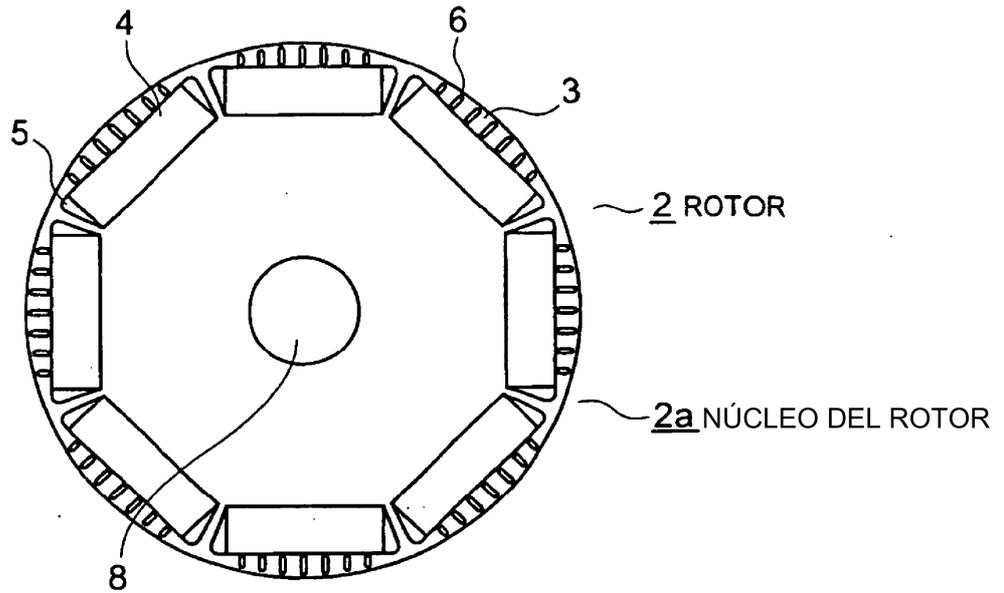


FIG. 11