

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 383 687**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **04747355 .8**
- 96 Fecha de presentación: **05.07.2004**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **1643616**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.04.2006**

54 Título: **Motor**

30 Prioridad:
04.07.2003 JP 2003191594

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
25.06.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
25.06.2012

73 Titular/es:
**DAIKIN INDUSTRIES, LTD.
UMEDA CENTER BUILDING, 4-12, NAKAZAKI-
NISHI 2-CHOME, KITA-KU
OSAKA-SHI, OSAKA 530-8323, JP**

72 Inventor/es:
**AOTA, Keiji;
NISHIJIMA, K. y
YAMAGIWA, A.**

74 Agente/Representante:
Carvajal y Urquijo, Isabel

ES 2 383 687 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

Sector técnico

5 La presente invención se refiere a un motor que comprende un núcleo de rotor en el que están incorporados múltiples imanes permanentes. De modo más específico, la presente invención se refiere a un motor adecuado para su utilización cuando se precisa un funcionamiento silencioso.

Antecedentes de la técnica

10 Desde siempre, el carácter silencioso en un motor es una característica apreciada. Existen muchas técnicas que están destinadas a conseguir funcionamiento silencioso al tener en cuenta la variación de fuerza de atracción de la dirección de rotación principalmente, tal como el par escalonado.

Por ejemplo, las patentes japonesas publicadas en el boletín números tokukaihei 10-201147, tokukaihei 11-98731 y tokukai 2000-69695 están destinadas a reducir el par escalonado.

15 La patente japonesa publicada en el boletín tokukaihei 10-201147 se refiere a un motor con baja vibración y bajo nivel de ruido al reducir el par escalonado, determinando una posición objetivo en dirección circunferencial de los imanes permanentes en dos capas en una relación específica que se adapta a una fórmula determinada, estando los imanes permanentes incorporados en el interior del núcleo del rotor, tal como se ha mostrado en la figura 1.

20 La patente japonesa publicada en el boletín tokukaihei 10-201147 se refiere al par escalonado, de manera que la fórmula difiere dependiendo del ciclo del par escalonado. Especialmente, el valor de θ en la figura 1 resulta mayor cuando se utiliza un arrollamiento concentrado, de manera que aparece la desventaja de que los imanes permanentes dispuestos en el lado periférico externo del rotor no se pueden hacer mayores.

Además, el ángulo de apertura de un polo magnético difiere para cada polo, de manera que se genera un desequilibrio en la fuerza de rotación. La forma de onda de voltaje de inducción resulta de forma asimétrica. Por lo tanto, se esperan diferentes inconvenientes, tales como aumento de ruido, afectación de la exactitud de detección de la posición y otros debidos a otras causas.

25 La patente japonesa publicada en el boletín tokukaihei 11-98731 está destinada a reducir el par escalonado al variar el ángulo de apertura de polo magnético para cada polo, tal como se ha mostrado en la figura 2.

30 Sin embargo, el ángulo de apertura de un polo magnético difiere para cada polo, de manera que se genera desequilibrio en la fuerza de rotación. La forma de onda de voltaje de inducción resulta de forma asimétrica. Por lo tanto, son de esperar varios defectos, tales como el incremento de ruido, afectación de la exactitud de detección de posición y similares debidos a otras causas.

35 La patente japonesa publicada en el boletín tokukai 2000-69695 determina los orificios de encaje para incorporar imanes permanentes que son iguales entre sí y varía la forma en sección alargada de cada uno prevista para establecer contacto con la cara del borde del imán permanente. Esto corresponde a aplicación de falsa oblicuidad y está destinada a un efecto de reducción del par escalonado. El acoplamiento de diferentes núcleos de rotor en dirección axial provoca una complicada disposición de los utilajes. La fuerza se genera en dirección axial, de manera que posiblemente se induce la vibración de empuje. El defecto no puede ser ignorado debido a la existencia de un polo que tiene un ángulo extremadamente estrecho de apertura en el polo magnético. Por ejemplo, los problemas se pueden indicar como ejemplo en el incremento de las pérdidas de hierro debido a excesiva concentración de flujo magnético, puesto que un flujo magnético suficiente no puede llegar a la sección del borde del imán permanente durante la magnetización.

40 Todas estas técnicas tienen en cuenta el par escalonado. Cuando funciona un motor, más particularmente cuando la carga es grande, la afectación del par escalonado es pequeña y más bien la afectación de armónicos elevados de voltaje de inducción resulta mayor si el par escalonado es suprimido por debajo de un determinado valor. Más particularmente, cuando se utiliza un imán permanente que tiene una fuerza magnética más potente, tal como un imán de tierras raras, se comprende que el imán quedará muy afectado por los armónicos más elevados del voltaje de inducción.

45 La patente japonesa publicada en el boletín tokukai 2002-44888 puede resolver el problema de la existencia de ángulo de apertura extremadamente estrecho en el polo magnético entre los problemas anteriores. De manera específica, una sección alargada del orificio prevista para contacto con la cara de borde del imán permanente es dividida en dirección periférica, tal como se ha mostrado en la figura 4, de manera que se consigue un "nervio de

refuerzo auxiliar". La patente japonesa publicada en el boletín tokukai 2002-44888 intenta prevenir la deformación del rotor.

El flujo magnético pasa también a través del "nervio de refuerzo auxiliar". Por lo tanto, la generación de sonidos se puede incrementar dependiendo de la posición del "nervio de refuerzo auxiliar".

5 Tal como se ha descrito en lo anterior, las patentes japonesas publicadas en el boletín tokukaihei 10-201147, tokukaihei 11-98731, tokukai 2000-69695 y tokukai 2002-44888 no reducen satisfactoriamente el par escalonado manteniendo un flujo magnético suficiente del imán permanente y no se genera el defecto de sonido debido a vibración de desequilibrio y sonido debido a fuerzas de empuje. Asimismo, tampoco tienen en cuenta los armónicos específicos del voltaje de inducción, por ejemplo, armónicos de quinto y séptimo orden. En especial, no son la
10 disposición para reducir el sonido suficientemente cuando el motor tiene una carga grande. El documento US 2002/171309 A1 da a conocer un motor con las características de la primera parte de la reivindicación 1.

La presente invención ha sido realizada teniendo en cuenta los anteriores problemas.

Es un objetivo de la presente invención dar a conocer un motor destinado a reducir órdenes específicos de forma de onda de distribución de flujo magnético, por ejemplo, quinto y séptimo orden y prevenir la generación de fuerza radial innecesaria y fuerza de empuje mientras se mantiene un suficiente flujo magnético.
15

Este objetivo es satisfecho por las características de las reivindicaciones 1 y 7, respectivamente. La materia de las reivindicaciones dependientes son realizaciones preferentes.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una representación esquemática que muestra un ejemplo de un motor anterior;

20 La figura 2 es una representación esquemática que muestra otro ejemplo de un motor anterior;

La figura 3 es una representación esquemática que muestra otro ejemplo de un motor anterior;

La figura 4 es una representación esquemática que muestra otro ejemplo de un motor anterior;

La figura 5 es un diagrama que muestra la distribución de densidad de flujo magnético en dirección periférica sobre la superficie del rotor;

25 La figura 6 es una vista en sección que muestra un rotor de un motor de una primera realización de acuerdo con la presente invención;

La figura 7 es una representación esquemática que muestra la relación entre la distribución de densidad de flujo magnético sobre la superficie del rotor y la capa no magnética;

30 La figura 8 es una representación esquemática que muestra características de armónicos de quinto orden y séptimo orden con respecto a $\theta 1$ cuando $\theta 2 = 23^\circ$;

La figura 9 es una representación esquemática que muestra características de armónicos de quinto orden y séptimo orden con respecto a $\theta 2$ cuando $\theta 1 = 6^\circ$;

La figura 10 es una representación esquemática que muestra un estator que tiene arrollamiento distribuido;

La figura 11 es una representación esquemática que muestra un estator que tiene arrollamiento concentrado;

35 La figura 12 es una representación esquemática que muestra un ejemplo modificado del rotor de la primera realización;

La figura 13 es una representación esquemática que muestra otro ejemplo modificado del rotor de la primera realización;

40 La figura 14 es una representación esquemática que muestra un rotor del motor de la segunda realización, según la presente invención;

La figura 15 es una representación esquemática que muestra un ejemplo modificado del rotor de la segunda

realización;

La figura 16 es una representación esquemática que muestra un rotor del motor de la tercera realización, según la presente invención;

La figura 17 es un diagrama que muestra la distribución de densidad de flujo magnético en la superficie del rotor;

- 5 La figura 18 es un diagrama que muestra la comparación de la forma de onda del voltaje de inducción para el caso en el que no existe la segunda capa no magnética y la forma de onda del voltaje de inducción para el caso en que se utiliza la tercera realización;

La figura 19 es un diagrama que muestra la componente de ruido de armónicos elevados para el caso de que el motor funciona como motor de un compresor;

- 10 La figura 20 es una representación esquemática que muestra el ejemplo modificado del rotor de la tercera realización, y;

La figura 21 es un diagrama esquemático que muestra un rotor del motor de la cuarta realización, según la presente invención.

Mejor forma de llevar a cabo la invención

- 15 A continuación, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, se explicará un motor de una realización, según la presente invención, de forma detallada.

En la siguiente realización se explicará el caso que suprime los armónicos de quinto orden y/o los armónicos de séptimo orden de un voltaje de inducción. Sin embargo, es desde luego posible que se supriman otros armónicos.

En primer lugar, se describirá un ejemplo general de un motor.

- 20 La distribución de densidad de flujo magnético en dirección periférica de la superficie del rotor del motor es simétrica para cada polo. Cuando cada polo tiene aproximadamente la misma forma que otro, la densidad de flujo magnético pasa a ser cero entre polos.

- 25 Por lo tanto, la distribución de densidad de flujo magnético en dirección periférica de la superficie del rotor pasa a ser una distribución que hace que un par de polos sea la onda fundamental e incluye un número de orden impar para el mismo. Por ejemplo, cuando se aplica expansión de Fourier a una simple onda rectangular, las componentes de orden impar, tales como tercer orden, quinto orden, séptimo orden y noveno orden se solapan a la onda fundamental, tal como se ha mostrado en la figura 5. De esta manera, las fuerzas de adición por vibración de armónicos de tercer orden (en las que $n: 1,2,3,4...$) tales como las fuerzas de adición por vibración de armónicos de tercer orden y noveno orden, se encuentran en sincronismo entre sí, de manera que resulta una modalidad de resonancia que tiene un número igual al número de polos del estator, tal como la modalidad de hexágono de resonancia para el estator que tiene 6 polos. La modalidad de resonancia de orden más elevado supera en general la gama audible de manera notable, de forma que la modalidad de resonancia difícilmente pasa a ser ruido.

- 35 Además, el quinto orden y séptimo orden tienen características que son mayores en amplitud, más fáciles de pasar a ser sonido y más difíciles de suprimir a causa de la baja frecuencia, en comparación con los órdenes undécimo o superiores. Por lo tanto, se dedicará mayor atención a los armónicos de quinto orden y séptimo orden.

Los dos puntos siguientes pueden ser las premisas cuando se enfocan los armónicos de quinto orden y séptimo orden.

- 1) Los componentes de cualquier orden pasan a cero debido a la simetría de la forma de onda de densidad de flujo magnético sobre la superficie del rotor.
- 40 2) La componente de armónicos más elevados puede ser cero en el lugar en el que la variación de flujo magnético empieza de manera brusca, tal como en el inicio del polo magnético y similares.

(Primera realización)

A continuación, se describirá la primera realización con referencia a los dibujos.

La figura 6 es una representación esquemática que muestra una disposición de un rotor de un motor de la primera

realización, según la presente invención.

Este rotor 1 comprende imanes permanentes múltiples 3 (en esta realización, el rotor tiene 4 polos, por lo tanto, 4 imanes permanentes 3) que están incorporados en el interior del núcleo del rotor 2.

5 Además, las capas no magnéticas 4 (a continuación designadas "primera capa no magnética"), que son continuas con respecto a la sección del borde en dirección periférica de cada imán permanente 3, se alargan a las proximidades de la zona entre polos a las proximidades de la superficie del rotor. Y se dispone una segunda capa no magnética 5 en un lugar que es una localización lateral en el centro del polo de la primera capa no magnética 4 y que se encuentra en las proximidades de la superficie del rotor. Por lo tanto, la capa no magnética es un orificio pasante o una capa de aire. La primera capa no magnética 4 y la segunda capa no magnética 5 son independientes entre sí. Un nervio de refuerzo auxiliar 2a realizado en el núcleo del rotor queda interpuesto entre ambas capas no magnéticas.

10 Un ángulo θ_1 entre la sección de borde lateral del centro del polo de la sección adyacente a la superficie del rotor y la zona entre polos de la primera capa no magnética 4 y el ángulo θ_2 situados entre la sección de borde lateral del centro del polo de la sección adyacente a la superficie del rotor y la zona entre polos de la segunda capa no magnética 5 se determinan para cumplir

$$0 < \theta_1 < 180 / (5 \cdot P_n)$$

y

$$180 / (5 \cdot P_n) \leq \theta_2 \leq 180 \times 2 / (5 \cdot P_n)$$

ó

20 $0 < \theta_1 < 180 / (7 \cdot P_n)$

y

$$180 / (7 \cdot P_n) \leq \theta_2 \leq 180 \times 2 / (7 \cdot P_n)$$

25 cuando el número de pares de polos es P_n . Las anteriores fórmulas corresponden a la reducción de armónicos de quinto orden y reducción de armónicos de séptimo orden. Cuando se tiene que llevar a cabo la reducción de armónicos de orden n (n es un número impar igual o superior a 3) se utiliza n en vez de 5 y 7. Operaciones similares deben ser llevadas a cabo para las siguientes fórmulas.

En esta realización, el número de pares de polos $P_n = 2$. Las fórmulas de las dos filas superiores se utilizan para reducir los armónicos de quinto orden. De manera específica, es mejor que $\theta_1 = 9^\circ$; $\theta_2 = 18^\circ$.

El principio para la reducción de sonido del motor teniendo la disposición mencionada, se describe a continuación.

30 Por ejemplo, dado que se desea reducir los armónicos de quinto orden y el número del par de polos es 2, cuando $\theta_1 = 0^\circ$ y $\theta_2 = 18^\circ$, las fases se desplazan en 180° anulándose entre sí. Sin embargo, $\theta_1 = 0^\circ$ es difícil para la disposición en la que los imanes permanentes están incorporados en el interior del núcleo del rotor. Como consecuencia, es suficiente que $\theta_1 < 18^\circ$ debido a simetría. Cuando se tienen que reducir armónicos de séptimo orden, se utilizan las fórmulas de las dos filas inferiores y es mejor que $\theta_1 < 12,9^\circ$, $12,9^\circ \leq \theta_2 \leq 25,7^\circ$. Para hacer máximo el par, θ_2 se incrementa en la mayor medida posible para incrementar el flujo magnético que interconecta el imán permanente.

35 La figura 7 muestra la relación entre la distribución de densidad de flujo magnético sobre la superficie del rotor y las capas no magnéticas 4 y 5 de esta realización. En una cierta parte de las capas no magnéticas 4 y 5, la densidad de flujo magnético aumenta o disminuye y la parte restante de las capas no magnéticas 4 y 5 la densidad de flujo magnético es aproximadamente constante. Por lo tanto, los cambios de flujo magnético son acentuados desde la sección del borde lateral del centro del polo de la parte adyacente a la superficie del rotor de las correspondientes capas no magnéticas 4 y 5. Como consecuencia, puntos de cruzamiento cero de componentes armónicos de orden superior aparecen para los respectivos puntos. Para la segunda capa no magnética 5 corresponde a una longitud de onda de los armónicos de quinto/séptimo orden desde la zona entre los polos y se cree que el punto de cruzamiento cero pasa a ser el punto entre polos debido a simetría. Para la primera capa no magnética 4, corresponde a una semilongitud de onda de los armónicos de orden quinto/séptimo desde el punto entre polos y se cree que el punto de cruzamiento 0 pasa a ser el punto entre polos debido a simetría. Por lo tanto, los armónicos de orden quinto/séptimo debido a respectivas capas no magnéticas 4 y 5 se desplazan en una semilongitud de onda entre sí, de manera que

se anulan uno a otro.

La figura 8 muestra características de los armónicos de quinto orden y armónicos de séptimo orden con respecto a θ_1 cuando $\theta_2=23^\circ$, mientras que la figura 9 muestra características de los armónicos de quinto orden y armónicos de séptimo orden con respecto a θ_2 cuando $\theta_1=6^\circ$.

- 5 Se comprenderá de las figuras 8 y 9 que se puede conseguir un efecto de reducción superior de los armónicos de quinto orden y de los armónicos de séptimo orden al determinar los ángulos θ_1 y θ_2 que satisfacen las fórmulas anteriores.

- 10 De este modo, la anchura del núcleo del rotor abrazado por la primera capa no magnética 4, la segunda capa no magnética 5 y la superficie del rotor (que se designará a continuación como "primer puente 2b1" y "segundo puente 2b2") son constantes. Es deseable que la anchura se haga menor para impedir fugas de flujo magnético.

Además, existe también un nervio del rotor (nervio de refuerzo auxiliar) 2a que sirve como trayectoria magnética entre la primera capa no magnética 4 y la segunda capa no magnética 5. No se puede obtener suficiente efecto haciendo pasar el flujo magnético del imán permanente a través del nervio de refuerzo auxiliar 2a.

- 15 El imán permanente y la capa no magnética no es necesario que se encuentren con continuidad uno con respecto a la otra. Pueden ser adyacentes entre sí en una distancia reducida.

El estator del motor, según la presente invención, puede tener arrollamiento distribuido, tal como se ha mostrado en la figura 10, o puede tener arrollamiento concentrado, tal como se ha mostrado en la figura 11. En especial, los armónicos de quinto orden y los armónicos de séptimo orden resultan extremadamente grandes para un arrollamiento concentrado, por lo que es efectiva la aplicación de la presente invención.

- 20 Las figuras 12 y 13 muestran un diagrama esquemático de ejemplos modificados de la figura 6.

La figura 12 es un ejemplo modificado en el que el núcleo del rotor 2c existe en las proximidades de ambos lados del imán permanente del rotor de la figura 6. Cuando la primera y segunda capas no magnéticas 6 y 7 están dispuestas para contrarrestar la onda de armónicos de orden elevado del flujo magnético que sale de la superficie, se puede obtener un efecto suficiente.

- 25 La figura 13 es un ejemplo modificado en el que la capa de imán permanente existe en una zona adyacente a la superficie del rotor. Cuando la segunda capa no magnética 8 está dispuesta para anular la onda de armónicos de orden elevado del flujo magnético que sale de la superficie, se puede obtener de manera similar un efecto suficiente. En este caso, es necesario magnetizar el imán permanente de manera que el flujo magnético en la sección de borde del imán permanente no sale en dirección normal con respecto al rotor.

- 30 (Segunda realización)

La figura 14 es una representación esquemática que muestra un rotor de un motor de una segunda realización, de acuerdo con la presente invención.

- 35 En el rotor 11 están incorporados imanes permanentes en el interior del núcleo 12 del rotor. Los imanes permanentes para cada polo se dividen en 2 capas en dirección radial (13: imán permanente en el lado interno del rotor, y 14: imán permanente en el lado externo del rotor). Además, las secciones de borde en dirección periférica 13a y 14a de cada uno de los imanes permanentes 13 y 14 se alargan en las proximidades de la zona entre polos a las proximidades de la superficie del rotor.

- 40 Las secciones 13a y 14a de borde en dirección periférica del imán permanente 13 en el lado interno del rotor y del imán permanente 14 en el lado externo del rotor son independientes entre sí. Una llamada ruta de flujo magnético 12a del eje q, realizada del núcleo del rotor, está interpuesta entre ellas.

Debido a la existencia de la ruta 12a de flujo magnético del eje q, la inductancia L_q en el eje q se puede hacer mayor de manera que el par de reluctancia puede ser utilizado en una parte más extensa y el flujo magnético del imán permanente se puede incrementar sin incrementar el rotor en sus dimensiones.

- 45 El ángulo θ_3 entre la sección de borde lateral del centro del polo de la sección 13a del borde de dirección periférica del imán permanente 13 en el lado interno del rotor y entre los polos y el ángulo θ_4 entre la sección de borde lateral del centro del polo de la sección de borde de dirección periférica 14a del imán permanente 14 en el lado interno del rotor y la parte entre polos se determinan del modo siguiente:

$$0 < \theta_3 < 180 / (5 \cdot P_n)$$

y

$$180 / (5 \cdot P_n) \leq \theta_4 \leq 180 \times 2 / (5 \cdot P_n)$$

ó

5 $0 < \theta_3 < 180 / (7 \cdot P_n)$

y

$$180 / (7 \cdot P_n) \leq \theta_4 \leq 180 \times 2 / (7 \cdot P_n)$$

cuando el número de pares de polos es P_n .

10 En esta realización, el número de pares de polos $P_n=2$. Las fórmulas de las dos primeras filas se utilizan para reducir los armónicos de quinto orden. De manera específica, es mejor que $\theta_1=9^\circ$; $\theta_2=18^\circ$. Desde luego, las fórmulas de las dos filas inferiores se utilizan para reducir los armónicos de séptimo orden.

El principio para la reducción de sonido del motor que tiene la disposición anterior es similar al de la primera realización. Por esta razón, se omite la descripción. La figura 15 es una representación esquemática que muestra un ejemplo modificado de esta realización.

15 Este ejemplo modificado utiliza imanes permanentes planos en vez de imanes permanentes curvados.

Por lo tanto, el sonido se puede reducir cuando se utiliza este ejemplo modificado.

(Tercera realización)

La figura 16 es una representación esquemática que muestra la disposición de un rotor de un motor de una tercera realización de acuerdo con la presente invención.

20 En el rotor 31, los imanes permanentes múltiples 33 (en esta realización, el rotor es de 4 polos, por lo tanto, 4 imanes permanentes) están incorporados en el interior del núcleo del rotor 32.

Una capa no magnética 34 (a la que se hará referencia a continuación como "primera capa no magnética" se alarga en las proximidades de la zona entre polos hacia las proximidades de la superficie del rotor, siendo la capa no magnética 34 continua con respecto a la sección de borde de dirección periférica de cada imán permanente 33.

25 Además, se dispone una segunda capa no magnética 35 en el lado del centro del polo de la primera capa no magnética 34 y en las proximidades de la superficie del rotor. De esta manera, la capa no magnética es un orificio pasante o una capa de aire.

30 El ángulo entre la sección de borde del lado del centro del polo de sección adyacente a la superficie del rotor de la primera capa no magnética 34 y la zona entre polos se expresa por θ_5 , mientras que el ángulo entre la sección de borde del lado del centro del polo de la sección adyacente a la superficie del rotor de la segunda capa no magnética 35 y entre los polos se expresa por θ_6 .

La primera capa no magnética 34 y la segunda capa no magnética 35 son independientes entre sí. Un nervio de refuerzo auxiliar 32a realizado de núcleo del rotor está interpuesto entre ellas.

35 Además, la anchura de la sección de núcleo del rotor (que se designa a continuación como "primer puente 32b1" y "segundo puente 32b2") tiene puntos de inflexión 36a y 36b, quedando la sección del núcleo del rotor abrazada en sándwich por la primera capa no magnética 34, segunda capa no magnética 35 y superficie del rotor. Los ángulos entre los respectivos puntos de inflexión 36a y 36b y entre los polos se expresan por θ_7 y θ_8 . Los ángulos θ_5 , θ_6 , θ_7 y θ_8 se determinan del modo siguiente:

$$0 < \theta_5 < 180 / (5 \cdot P_n)$$

40 y

$$180 / (5 \cdot P_n) \leq \theta_6 \leq 180 \times 2 / (5 \cdot P_n)$$

y

$$0 < \theta_7 < 180 / (7 \cdot P_n)$$

y

$$180 / (7 \cdot P_n) \leq \theta_8 \leq 180 \times 2 / (7 \cdot P_n)$$

5 y

$$\theta_7 < \theta_5 < \theta_8 < \theta_6.$$

En esta realización, el número de pares de polos P_n es 2, de manera que los ángulos se determinan en los valores $\theta_6=18^\circ$, $\theta_8=12,9^\circ$, $\theta_5=9^\circ$; $\theta_7=6,4^\circ$.

10 De esta manera, los puntos de inflexión 36a y 36b son puntos de cruce de extensiones en las que las anchuras del primer puente 32b1 y el segundo puente 32b2 son constantes y extensiones en las que las anchuras del primer puente 32b1 y el segundo puente 32b2 aumentan gradualmente. El cambio de distribución de densidad de flujo magnético sobre la superficie del rotor se hace intenso en estos puntos.

La distribución de densidad de flujo magnético sobre la superficie del rotor de esta realización se muestra en la figura 17.

15 Tal como es evidente de la figura 17 y de la descripción de la primera realización, los armónicos de séptimo orden se anulan por los puntos de inflexión 36a y 36b, mientras que los armónicos de quinto orden se anulan por la sección de borde del lado del centro del polo de la sección adyacente con respecto a la superficie del rotor y por la sección del borde del lado del centro del polo de la sección adyacente a la superficie del rotor de la segunda capa no magnética 35.

20 La figura 18 muestra una comparación de las formas de onda de voltaje de inducción, una para el caso en el que no existe la segunda capa no magnética 35 y la otra para esta realización. La tabla 1 muestra la comparación de amplitud de componentes armónicos de orden más elevado. Además, la componente de ruido de los armónicos de orden más elevado cuando el motor es impulsado como motor para un compresor, se muestra en la figura 19.

Tabla 1

Voltaje de inducción	Porcentaje con respecto a la onda fundamental	
	Sin capa no magnética	Con capa no magnética
Armónicos quinto orden	8,24	0,01
Armónicos séptimo orden	2,68	0,03

25 Además, las formas de las capas no magnéticas 34 y 35 no están limitadas a las de esta realización. Puede ser satisfactorio que, por ejemplo, tal como se ha mostrado en la figura 20, las anchuras de los puentes 37b1 y 37b2 estén separadas en secciones de pequeña anchura 37b11 y 37b21 y secciones de gran anchura 37b12 y 37b22, y que puntos variables de las secciones de pequeña anchura 37b11 y 37b21 y de las secciones de gran anchura 37b12 y 37b22 se consideren puntos de inflexión 38a, 38b.

(Cuarta realización)

La figura 21 es una representación esquemática que muestra una disposición de un rotor de un motor de una cuarta realización, de acuerdo con la presente invención.

35 En el rotor 41, los imanes permanentes están incorporados en el interior del núcleo 42 del rotor. Los imanes permanentes están divididos en dos capas en dirección radial para cada polo (43: imán permanente en el lado interno del rotor y 44: imán permanente en el lado externo del rotor). Además, la sección de borde en dirección periférica 43a, 44a de cada uno de los imanes permanentes 43, 44 se alarga en la proximidad entre polos a la proximidad de la superficie del rotor.

Las secciones de borde 43a, 44a, en dirección periférica del imán permanente 43 en el lado interno del rotor y el imán permanente 44 en el lado externo del rotor son independientes entre sí. Una llamada ruta de flujo 42a del eje magnético q, realizada de núcleo del rotor está interpuesta entre ellas.

5 Debido a la existencia de la ruta 42a de flujo magnético del eje q, la inductancia Lq del eje q se puede hacer mayor. Por lo tanto, se puede utilizar un mayor par de reluctancia y el flujo magnético del imán permanente se puede incrementar sin aumentar las dimensiones del rotor.

10 Además, la sección 43a del borde en dirección periférica del imán permanente 43 en el lado interno del rotor se alarga en la proximidad entre polos a la proximidad de la superficie del rotor y la sección 44a del borde en dirección periférica del imán permanente 44 en el lado externo del rotor también se alarga en la proximidad entre polos a la proximidad de la superficie del rotor. De esta manera, pueden existir capas de aire y similares en las secciones 43a, 44a del borde en dirección periférica de los imanes permanentes 43, 44. El ángulo entre la sección del borde del lado del centro del polo de la sección 43a del borde en dirección periférica del imán permanente 43 en el lado interno del rotor y entre polos se expresa por θ_9 y el ángulo entre la sección de borde del lado del centro del polo de la sección 44a del borde en dirección periférica del imán permanente 44 en el lado externo del rotor y entre los polos se expresa por θ_{10} .

15 Además, la anchura de la sección del núcleo del rotor (designada a continuación como "primer puente 42b1" y "segundo puente 42b2") tiene puntos de inflexión 46a y 46b, estando la sección de núcleo de rotor abrazada en sándwich por la sección 43a del borde en dirección periférica del imán permanente 43 en el lado interno del rotor, la sección 44a del borde en dirección periférica del imán permanente 44 en el lado externo del rotor y la superficie del rotor. Los ángulos entre los correspondientes puntos de inflexión 46a, 46b y entre los polos se expresan por θ_{11} y θ_{12} . Los ángulos θ_9 , θ_{10} , θ_{11} y θ_{12} se determinan del modo siguiente

$$0 < \theta_9 < 180 / (5 \cdot P_n)$$

y

$$180 / (5 \cdot P_n) \leq \theta_{10} \leq 180 \times 2 / (5 \cdot P_n)$$

25 y

$$0 < \theta_{11} < 180 / (7 \cdot P_n)$$

y

$$180 / (7 \cdot P_n) \leq \theta_{12} \leq 180 \times 2 / (7 \cdot P_n)$$

y

30 $\theta_{11} < \theta_9 < \theta_{12} < \theta_{10}$.

En esta realización, el número de pares de polos P_n es 2, de manera que los ángulos se determinan en los valores $\theta_{10} = 18^\circ$, $\theta_{12} = 12,9^\circ$, $\theta_9 = 9^\circ$; $\theta_{11} = 6,4^\circ$.

La operación de reducción de sonido y efecto de esta realización es similar a los de la tercera realización, por lo que se prescinde de la descripción.

35

REIVINDICACIONES

5 1. Motor, que comprende un núcleo de rotor (12) en el que están incorporados múltiples imanes permanentes cóncavos (9) formando polos magnéticos, en el que una sección de borde de cada imán permanente (9) dirigida hacia la periferia se alarga radialmente desde una posición entre los polos magnéticos a las proximidades de la periferia del rotor, y una capa no magnética (8) está dispuesta en las proximidades de la periferia del rotor y la sección de borde de cada uno de los imanes permanentes y se encuentra circunferencialmente más próximo a un eje de polo magnético adyacente que dicha sección de borde,

caracterizado porque la sección de borde y la capa no magnética (8) están dispuestos a efectos de suprimir los armónicos de orden n del voltaje de inducción, siendo n un número impar igual o superior a 3, en el que

10 dicha sección de borde de cada uno de dichos imanes permanentes y dicha capa no magnética (8) están delimitados en dirección circunferencial por dos puntos de borde, encontrándose un primer punto de borde más próximo a dicho eje del polo magnético y un segundo punto de borde más próximo a un punto medio entre dos polos magnéticos adyacentes,

15 definiéndose un ángulo θ_1 en un plano perpendicular al eje del rotor por un primer y un segundo radios que salen del eje del rotor y de los que el primer radio corta la periferia del rotor en dicho punto medio entre dos polos magnéticos adyacentes y el segundo radio corta la periferia después de pasar por dicho primer punto de borde de dicha sección de borde,

20 definiéndose un ángulo θ_2 en un plano perpendicular al eje del rotor por un primer y un segundo radios que salen del eje del rotor y de los que el primer radio corta la periferia del rotor en dicho punto medio entre dos polos magnéticos adyacentes y el segundo radio corta la periferia después de pasar por dicho primer punto de borde de dicha capa no magnética (8),

estando determinados los ángulos θ_1 y θ_2 del modo siguiente:

$$0 < \theta_1 < 180 / (n P_n)$$

y

25 $180 / (n P_n) \leq \theta_2 \leq 180 \times 2 / (n P_n)$

siendo P_n el número de pares de polos y n un número impar igual o superior a 3.

2. Motor, según la reivindicación 1, en el que n es distinto de múltiplos de 3.

3. Motor, según la reivindicación 2, en el que n es igual o superior a 13.

30 4. Motor, según la reivindicación 2, en el que los armónicos de orden n son armónicos de quinto orden o armónicos de séptimo orden.

5. Motor, según la reivindicación 1, en el que la sección de borde de cada imán permanente (9) dirigida hacia la periferia y la capa no magnética (8) están realizadas de forma independiente entre sí y unos nervios de refuerzo auxiliares están interpuestos entre ellas.

6. Motor, según la reivindicación 4, en el que los ángulos θ_1 y θ_2 satisfacen (i) ó (ii) que se indican a continuación:

35 (i) $0 < \theta_1 < 180 / (5 P_n)$ y $\theta_2 = 180 / (5 P_n)$

(ii) $0 < \theta_1 < 180 / (7 P_n)$ y $\theta_2 = 180 / (7 P_n)$

40 7. Motor, que comprende un núcleo de rotor (12) en el que están incorporados múltiples imanes permanentes cóncavos (9) que forman polos magnéticos, en el que una sección de borde de cada imán permanente (9) es dirigida hacia la periferia y se alarga radialmente desde una posición entre los polos magnéticos a las proximidades de la periferia del rotor y una capa no magnética (8) queda dispuesta en la periferia próxima y la sección de borde de cada uno de dichos imanes permanentes y se encuentra circunferencialmente más próxima a un eje de polo magnético adyacente que dicha sección de borde,

caracterizado porque la sección de borde y la capa no magnética (8) están dispuestos para suprimir los armónicos de orden n del voltaje de inducción, siendo n un número impar igual o superior a 3, en el que

5 dicha sección de borde de cada uno de dichos imanes permanentes y dicha capa no magnética (8) están delimitados en dirección circunferencial por dos puntos de borde, encontrándose un primer punto de borde más próximo a dicho eje del polo magnético y un segundo punto de borde más próximo a un punto medio entre dos polos magnéticos adyacentes,

10 definiéndose un ángulo θ_5 en un plano perpendicular al eje del rotor por un primer y un segundo radios que salen del eje del rotor y desde los que el primer radio corta la periferia del rotor en dicho punto medio entre dos polos magnéticos adyacentes y el segundo radio corta la periferia después de pasar por dicho primer punto de borde de dicha sección de borde,

definiéndose un ángulo θ_6 en un plano perpendicular al eje del rotor por un primer y un segundo radios que salen del eje del rotor y desde los que el primer radio corta la periferia del rotor en dicho punto medio entre dos polos magnéticos adyacentes y el segundo radio corta la periferia después de pasar por dicho primer punto de borde de dicha capa no magnética (8),

15 determinándose dichos ángulos θ_5 y θ_6 del modo siguiente

$$0 < \theta_5 < 180 / (5P_n)$$

y

$$180 / (5P_n) \leq \theta_6 \leq 180 \times 2 / (5P_n)$$

siendo P_n el número de pares de polos,

20 y una anchura de la sección de núcleo de rotor que está abrazada radialmente en sándwich por dicha sección de borde de cada imán permanente (9) y la periferia del rotor y por la capa no magnética (8) y la periferia del rotor tiene puntos de inflexión,

25 y se definen respectivos ángulos θ_7 y θ_8 en un plano perpendicular al eje del rotor, entre cada uno de los radios que pasa por cada uno de dichos puntos de inflexión y cortando el radio la periferia del rotor en dicho punto medio entre dos polos magnéticos adyacentes, determinándose dichos ángulos θ_7 y θ_8 del modo siguiente:

$$0 < \theta_7 < 180 / (7 P_n)$$

y

$$180 / (7 P_n) < \theta_8 < 180 \times 2 / (7 P_n)$$

siendo P_n el número de pares de polos,

30 y la relación de los ángulos θ_5 , θ_6 , θ_7 y θ_8 se determina por $\theta_7 < \theta_5 < \theta_8 < \theta_6$.

8. Motor, según la reivindicación 7, en el que el ángulo θ_5 es $0 < \theta_5 < 180 / (5 \cdot P_n)$, el ángulo θ_7 es $0 < \theta_7 < 180 / (7 \cdot P_n)$, el ángulo θ_6 es $180 / (5 \cdot P_n)$ y el ángulo θ_8 es $180 / (7 P_n)$.

Fig. 1

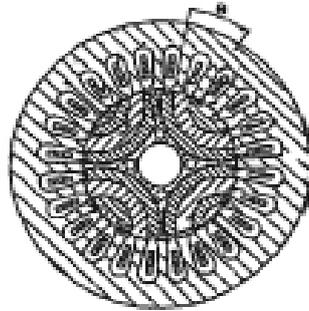


Fig. 2

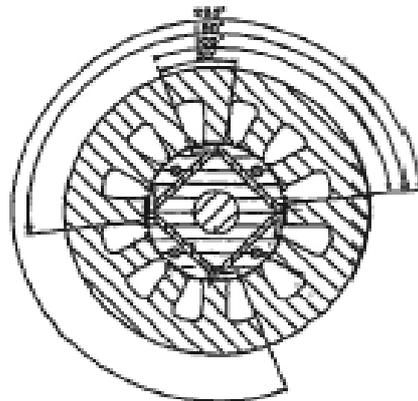


Fig. 3

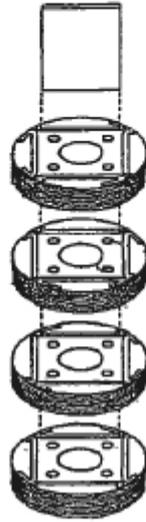


Fig. 4

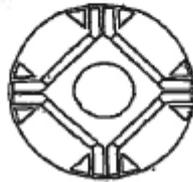


Fig. 5

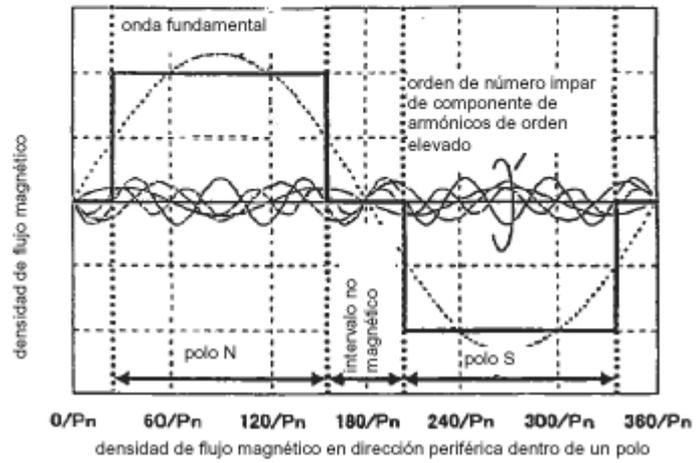


Fig. 6

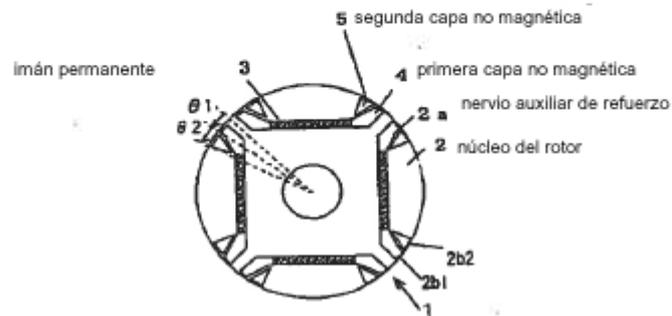


Fig. 7

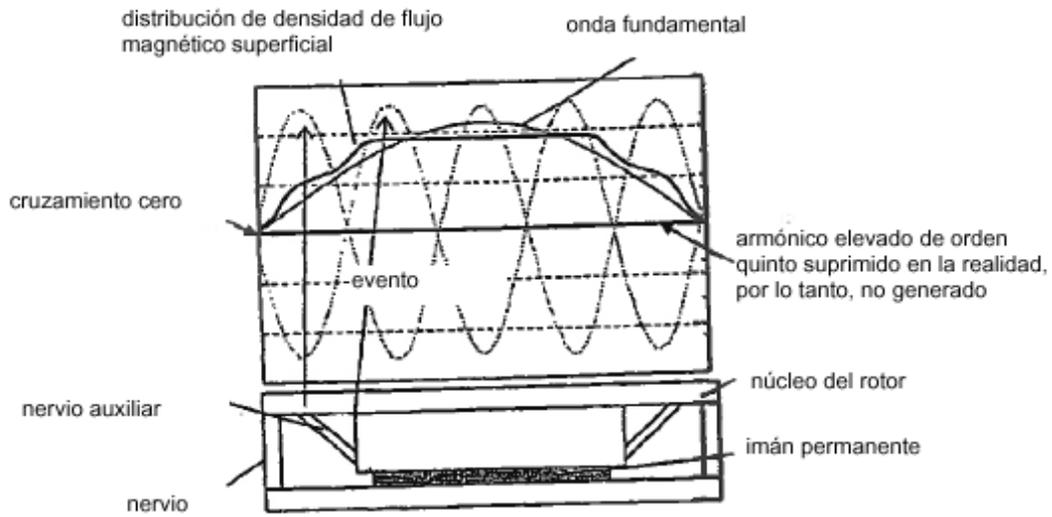


Fig. 8

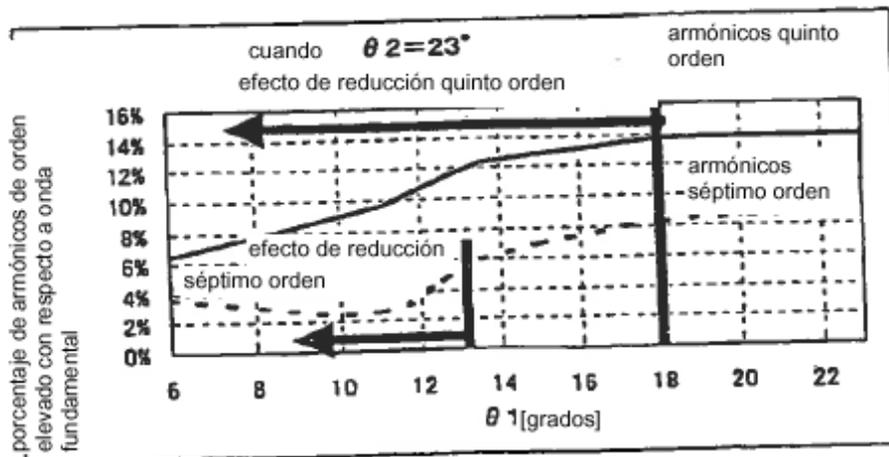


Fig. 9

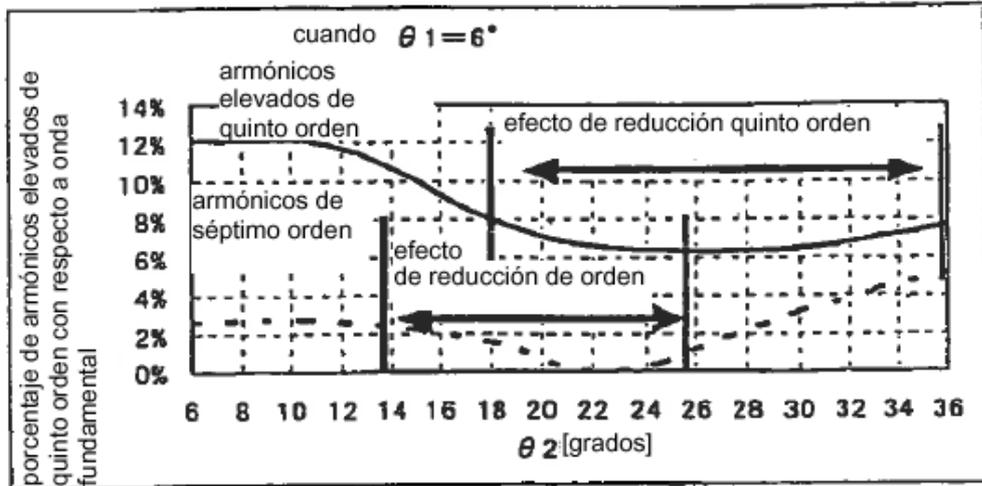


Fig. 10

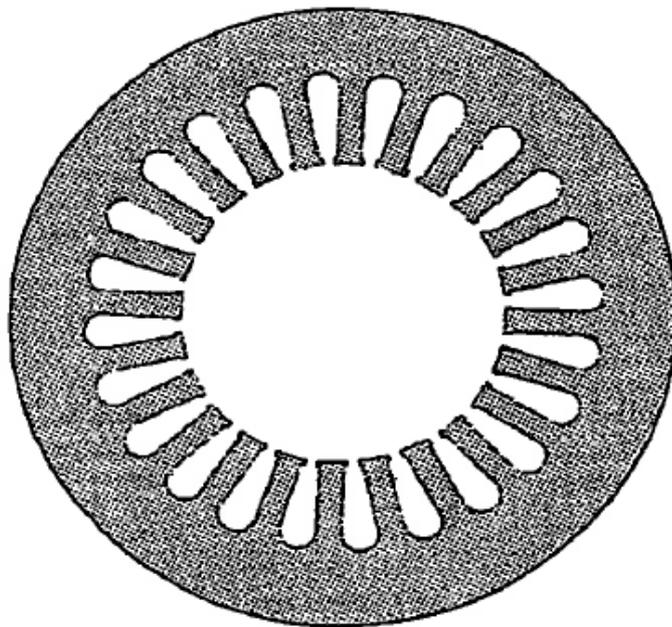


Fig. 11

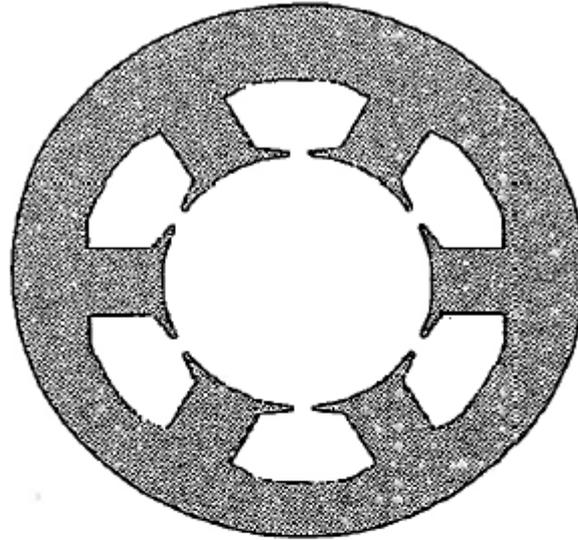
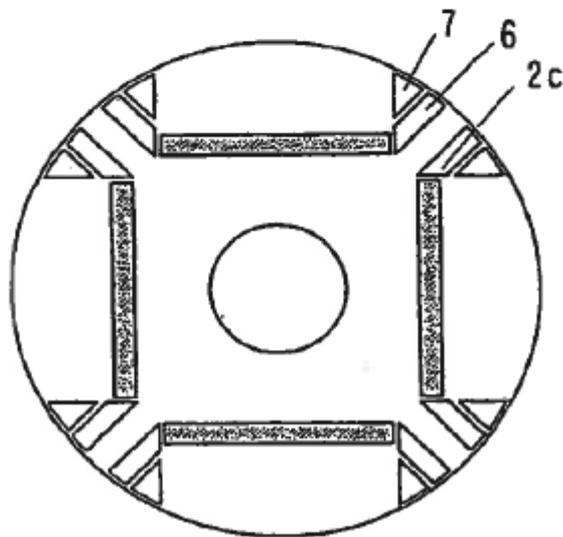


Fig. 12



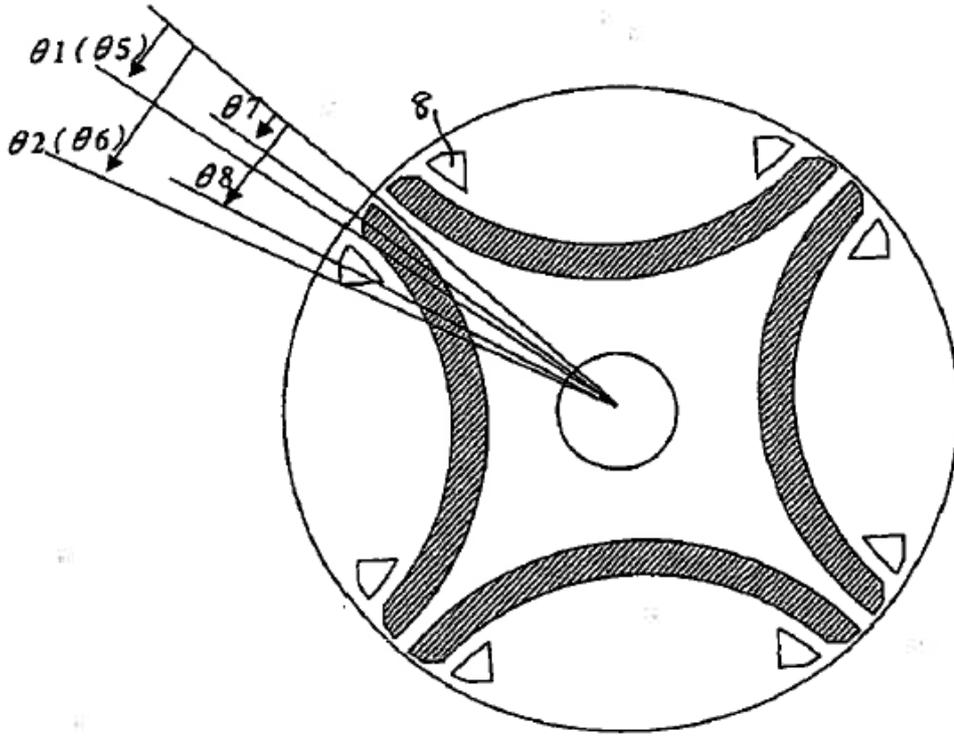


FIG. 13

Fig. 16

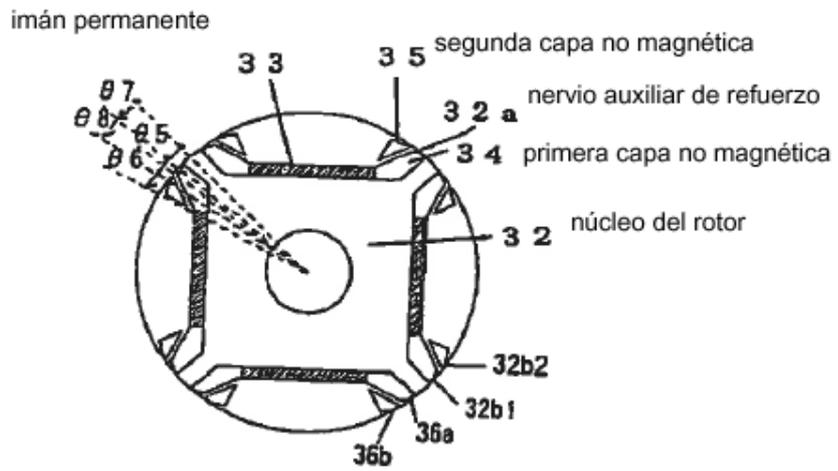


Fig. 17

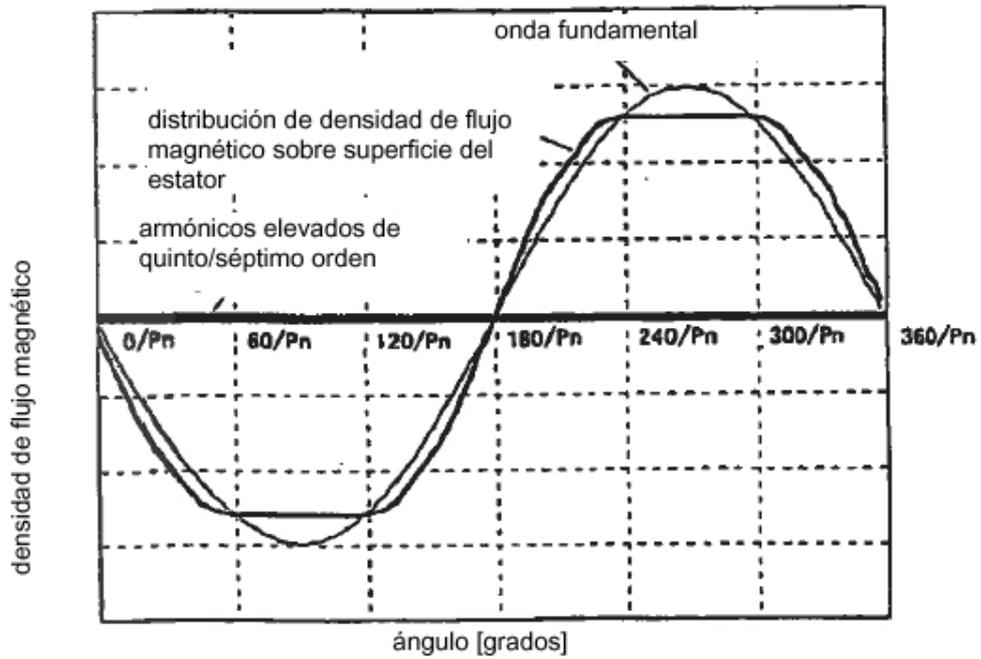


Fig. 18

forma de onda de voltaje de inducción con
segunda capa no magnética

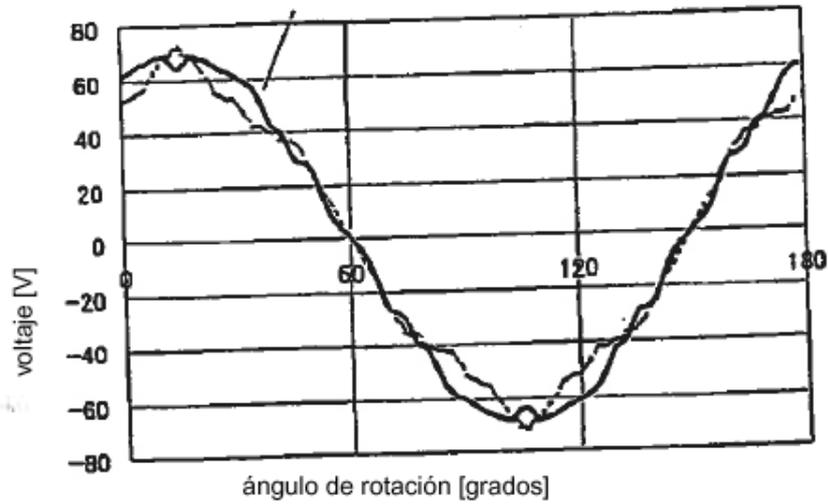


Fig. 19

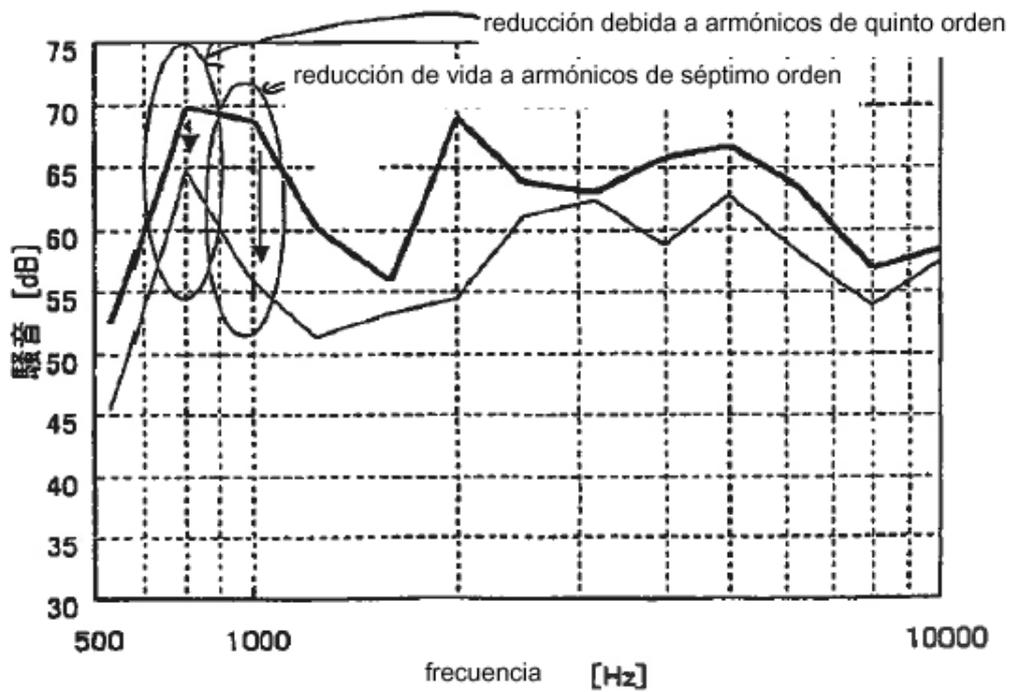


Fig. 20

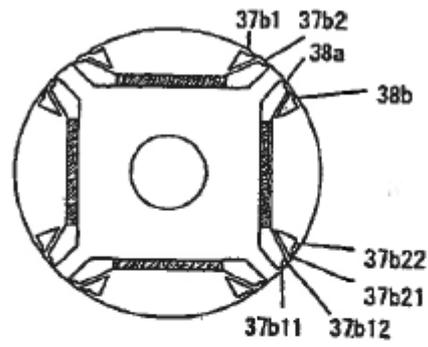


Fig. 21

