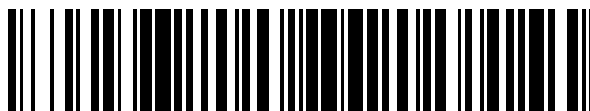


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 556 992**

51 Int. Cl.:

H02K 1/27 (2006.01)
H02K 21/24 (2006.01)
H02K 29/03 (2006.01)
H02K 1/14 (2006.01)
H02K 1/16 (2006.01)
H02K 3/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.11.2007** **E 07848147 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.11.2015** **EP 2092630**

54 Título: **Método de fabricación de un motor eléctrico**

30 Prioridad:

21.12.2006 FI 20061147

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

21.01.2016

73 Titular/es:

KONE CORPORATION (100.0%)
KARTANONTIE 1
00330 HELSINKI, FI

72 Inventor/es:

HUPPUNEN, JUSSI;
TENHUNEN, ASMO;
ALKULA, PETRI y
OLKKONEN, MIKA

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 556 992 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

Método de fabricación de un motor eléctrico

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un método para fabricar un motor eléctrico como se define en la reivindicación 1.

5 Antecedentes de la invención

Los motores eléctricos se utilizan para transformar energía eléctrica en energía mecánica. En motores eléctricos de construcción normal, es posible distinguir ciertos componentes básicos, tales como un rotor instalado de forma giratoria, un eje de rotor, un estátor fijo, cojinetes y escudos extremos. El rotor está soportado por los cojinetes. En general, se deja un pequeño entrehierro entre el rotor y el estátor.

10 La operación de hacer girar máquinas de corriente alterna multifase, tales como motores síncronos y asíncronos multifase, se basa en un campo magnético que gira dentro de la máquina. Un devanado de estátor multifase se forma de manera que cuando se alimenta una tensión sinusoidal a los devanados de fase, las tensiones alimentadas a las fases que tienen un cambio de fase de $360 / n$ grados entre ellas, donde n es el número de fases en las que las corrientes que circulan en los devanados de estátor, producen en el entrehierro de la máquina un campo magnético
15 circulante, cuya interacción con el campo magnético del devanado de rotor hace que el rotor gire. En motores síncronos, el campo magnético del devanado de rotor se genera típicamente bien mediante imanes permanentes o bien mediante una corriente directa alimentada a un devanado de excitación de rotor. En motores asíncronos, la excitación del devanado de rotor se efectúa generalmente a través de las tensiones y corrientes inducidas en el devanado de rotor por el flujo magnético generado por la corriente de estátor.

20 La distribución de densidad de flujo magnético en el entrehierro debe hacerse lo más sinusoidal posible. El movimiento giratorio del rotor se produce por la acción de la onda fundamental sinusoidal de la densidad de flujo magnético, aunque en la práctica el campo magnético que actúa en el motor también contiene armónicos, es decir, componentes armónicos de la onda fundamental.

25 Los armónicos de la densidad de flujo magnético generan componentes de fuerza adicionales entre el estátor y el rotor. Además, la magnitud del par fluctúa (rizado del par) y se producen pérdidas adicionales en el motor.

En la densidad de flujo de entrehierro se crean componentes armónicos como resultado tanto de la discontinuidad de los devanados en el estátor como de las circunferencias de rotor y la variación de permeabilidad en el entrehierro. El devanado de estátor se concentra generalmente en ranuras y grupos de bobinas, de modo que la fuerza magnetomotórica producida en el entrehierro por el devanado no se distribuye de forma sinusoidal. La variación de
30 permeabilidad en el entrehierro es causada por ejemplo por un posible ranurado de estátor y rotor, polos abiertos y saturación magnética. Los armónicos del campo magnético de un motor eléctrico se pueden dividir en armónicos causados por el rotor y los causados por el estátor.

Los devanados de motores eléctricos son normalmente devanados distribuidos, en los que las bobinas de diferentes fases se instalan de forma intercalada de manera que el área delimitada por cada bobina también contiene lados de
35 bobina de otras fases. El documento US6581270 describe un método para fabricar un estátor en el que los lados de bobina se distribuyen en varias ranuras en el área de los polos del motor. A medida que los lados de bobina de la misma fase se colocan a una gran distancia uno de otro en el área de los polos, los devanados extremos son largos. Una proporción significativa del material conductor usado en los devanados de motor no se explota, debido a que los devanados extremos no generan par aunque causan pérdidas y requieren espacio. Además, debido a que en esta
40 construcción los devanados extremos de diferentes fases se cruzan entre sí, se incrementa el riesgo de cortocircuito entre bobinas. De este modo, los devanados extremos requieren aislamiento adicional. El trabajo de bobinado para preparar tales devanados comprende también varias operaciones y, a menudo tienen que realizarse manualmente.

Un motor provisto de devanados distribuidos tradicionales también es voluminoso y pesado debido a los devanados extremos largos y al hecho de que las bobinas de un devanado están generalmente distribuidas en muchas ranuras
45 en el área de un par de polos. Esto es una desventaja especialmente en motores utilizados en ascensores, ya que los ascensores se instalan cada vez más usando soluciones de máquina en las que la máquina se coloca entre un carril de guía y una pared del pozo de ascensor. Por tanto, un tamaño y peso grandes del motor supone un inconveniente.

50 Durante los últimos años, se han realizado investigaciones para explorar devanados concentrados con un número fraccionado de ranuras, ya que estos proporcionan soluciones a ciertos problemas asociados a los devanados tradicionales. En un devanado concentrado, los lados de bobina de la misma bobina se colocan en ranuras adyacentes. Por tanto, los devanados extremos son más cortos y no ocupan tanto espacio como los devanados tradicionales.

Un problema con devanados concentrados es que, como el número de ranuras reservadas para el devanado por polo de motor es menor que en los motores tradicionales, la fuerza magnetomotórica producida en el entrehierro por el devanado se desvía en gran medida de un patrón sinusoidal continuo, conteniendo así más armónicos que en los devanados tradicionales. Estos armónicos producen tanto rizado de par como corrientes parásitas en el motor.

- 5 El documento US6894413 describe un generador en el que el rotor está magnetizado por imanes permanentes y el estátor tiene un devanado concentrado con un número fraccionado de ranuras. En el documento, el diámetro de rotor se define mediante la ecuación:

$$D \geq 0,00045 \times P_{\text{producida}}$$

- 10 donde D representa el diámetro de rotor y $P_{\text{producida}}$ la energía producida por el generador. Así, por ejemplo, el rotor de un generador de 5kW tiene un diámetro de al menos 2,25 m. Por tanto, este es un generador multipolo considerable y que gira lentamente, el cual puede aplicarse, por ejemplo, como un generador de energía eólica. En el documento, también se determinan componentes armónicos de la tensión de salida del generador para ciertas combinaciones de diferente geometría. El documento describe qué combinaciones pueden ser utilizadas para reducir estos armónicos, ya que, de acuerdo con el documento, crean corrientes parásitas y por consiguiente
- 15 pérdidas de potencia en el generador. Este documento describe también la idea de que el rotor puede montarse a partir de placas de acero laminado delgadas para reducir las corrientes parásitas, y asimismo la idea de que el rotor puede hacerse a partir de hierro macizo, aunque la parte de hierro se divide en segmentos para reducir al mínimo las pérdidas por corrientes parásitas.

- 20 En un esfuerzo por eliminar el rizado de par causado por un devanado concentrado, se ha utilizado, por ejemplo, una pequeña abertura de ranura. Esta solución se da a conocer, al menos, en el documento US6882080. De acuerdo con este documento, una abertura de ranura pequeña reduce el rizado de par, aunque la solución tiene el inconveniente de que es difícil hacer los devanados en un bastidor de motor acabado. El documento JP3451263 propone una solución en la que los conductores de fase se bobinan alrededor de los polos antes del montaje del motor. Esto implica nuevas etapas de trabajo en el montaje del motor, lo que retrasa la producción del motor y
- 25 aumenta los costes de fabricación.

El documento WO2005/043714 describe un motor síncrono de imán permanente de tipo axial que tiene un estátor bobinado con ranuras, un rotor, así como un entrehierro entre medias. Las ranuras tienen un porcentaje de apertura de ranura / fondo de ranura de aproximadamente 100% y el devanado del estátor es un devanado concentrado con un número de ranuras máximo de 0,5.

- 30 El documento US 6.534.894 describe un motor de imán permanente de tipo axial que tiene un estátor bobinado con ranuras, un rotor, así como un entrehierro entre medias. Se proporciona un laminado de fibra de vidrio como protección para los imanes permanentes.

Objeto de la invención

- 35 El objeto de la presente invención es conseguir un método ventajoso para fabricar un motor en el que se reduzca el rizado de par causado por un devanado concentrado con un número fraccionado de ranuras en relación a la onda fundamental del par y que tenga una construcción que permita una fabricación mejorada en comparación con la técnica anterior.

Breve descripción de la invención

- 40 El método de la invención se caracteriza por lo que se describe en la reivindicación 1. Realizaciones preferidas de la invención se caracterizan por lo que se describe en las reivindicaciones dependientes.

- Las realizaciones de la invención también se presentan en la parte de la descripción y en los dibujos de esta descripción. El contenido inventivo también puede consistir en varios inventos individuales, especialmente si la invención se considera en vista de subareas explícitas o implícitas o con respecto a ventajas o conjuntos de ventajas conseguidas. En este caso, algunos de los atributos contenidos en las reivindicaciones siguientes pueden ser superfluos desde el punto de vista de conceptos inventivos individuales. En el marco del concepto inventivo
- 45 básico, características de diferentes realizaciones de la invención pueden aplicarse en combinación con otras realizaciones.

- La invención se refiere a un método para hacer un devanado concentrado con un número fraccionado de ranuras. El motor de la invención puede ser utilizado para accionar un aparato para el transporte de personas, tal como un ascensor, una máquina de elevación, una escalera mecánica, una cinta transportadora o un rodillo de transporte en una fábrica o almacén o cualquier otro aparato de transporte diseñado para el transporte de personas o de mercancías. El motor de la invención también se puede aplicar como un motor de accionamiento para vehículos, tal como automóviles o trenes.
- 50

- Un motor de accionamiento de acuerdo con la invención para un aparato de transporte comprende al menos un estátor, un rotor y un entrehierro entre los mismos. En el motor de la invención, el estátor y / o el rotor comprende ranuras formadas por un fondo de ranura y una abertura de ranura, y dientes entre las ranuras, y el estátor y / o rotor tiene un devanado concentrado instalado en el mismo. El devanado concentrado es un devanado concentrado con un número fraccionado de ranuras que tiene un número máximo de ranuras de 0,5. El número de ranuras indica ranuras por polo y fase. La anchura de la abertura de ranura de las ranuras de motor en el lado orientado hacia el entrehierro es de al menos 75% y como máximo 125% de la anchura del fondo de ranura. En relación a esta invención, la anchura del fondo de ranura se refiere a la anchura máxima de ranura que puede ser llenada por los devanados y el aislante de ranura. Cuando la anchura de la abertura de ranura, en el caso de un devanado concentrado, aumenta hasta por lo menos 75% de la anchura del fondo de ranura, se puede establecer matemáticamente y experimentalmente que el rizado de par del motor en relación a la onda fundamental de par se reduce a un nivel sustancialmente menor que en el caso de aberturas de ranura semiabiertas más estrechas. El par motor, así como el rizado de par se generan por la acción conjunta de todos los pares de polos del motor. Con los parámetros de motor propuestos en la invención, el rizado de par del motor se reduce mientras que la onda fundamental del par permanece casi sin cambios. La frecuencia de la onda fundamental de par se refiere a la frecuencia eléctrica del motor, es decir, la frecuencia de rotación del flujo magnético en el estátor y el rotor. La frecuencia eléctrica se obtiene multiplicando la frecuencia de rotación mecánica del motor por el número de pares de polos del motor.
- En un motor de acuerdo con la invención, el devanado con un número fraccionado de ranuras es un devanado concentrado de dos capas, que se instala en ranuras que tienen aberturas de ranura abierta para permitir una instalación más fácil de los devanados en las ranuras.
- En una realización preferida de la invención, la anchura de fondo de ranura es constante con respecto a la longitud de ranura, y por tanto el devanado llena de manera eficiente la ranura.
- En una realización preferida de la invención, el devanado de motor comprende devanados de n fases, de los cuales al menos un devanado de fase comprende sólo un conductor continuo instalado como un grupo de bobinas para facilitar el devanado mecánico del grupo de bobinas.
- En un motor de acuerdo con la invención, el rotor y / o el devanado de estátor es un devanado con un número fraccionado de ranuras que tiene un número de ranuras de $2/5$.
- En una realización preferida de la invención, el motor mencionado anteriormente es un motor síncrono de imán permanente.
- En un motor de acuerdo con la invención, el rotor es de imán permanente, los imanes de rotor se colocan sobre la superficie del rotor y el escudo protector de los imanes se hace preferiblemente de laminado de fibra de vidrio para reducir las pérdidas por corrientes parásitas. Sin embargo, el escudo protector de los imanes también puede hacerse de otro material que tenga una baja permeabilidad al campo magnético, tal como acero inoxidable o plástico.
- El motor anteriormente mencionado de acuerdo con la invención también puede ser un motor de ascensor. En este caso, el motor de la invención puede ser instalado como parte de un sistema de ascensor, y puede ser utilizado para mover una cabina de ascensor por un pozo de ascensor. La polea de tracción del ascensor también puede instalarse en combinación con el rotor del motor de ascensor. La polea de tracción puede fijarse, por ejemplo, al rotor mediante un elemento de fijación específico o puede aplicarse como una parte fija del rotor.
- En un sistema de ascensor, un motor de acuerdo con la invención está instalado en el pozo de ascensor entre la cabina de ascensor y un carril de guía, aunque el motor también colocarse en otro lugar del pozo de ascensor o también puede colocarse en una sala de máquinas. Además, el motor de la invención puede ser utilizado tanto en sistemas de ascensor sin contrapeso como en sistemas de ascensor provistos de un contrapeso.
- El motor de la invención puede ser o bien una máquina de flujo axial o bien una máquina de flujo radial. En una máquina de flujo axial, el flujo magnético cruza el entrehierro del motor en una dirección sustancialmente paralela al eje de rotación del motor, mientras que en una máquina de flujo radial el flujo magnético cruza el entrehierro sustancialmente en la dirección del radio del motor.
- En una realización preferida de la invención, el estátor y / o rotor comprende un bastidor de devanado para facilitar la fabricación del devanado del motor.
- El concepto de la invención también comprende un método para fabricar el motor de accionamiento de un aparato de transporte.
- En un método de acuerdo con la invención para la fabricación del motor de accionamiento de un aparato de transporte, el motor comprende un estátor, un rotor y un entrehierro entre éstos, en cuyo motor, el estátor y / o el rotor comprende ranuras formadas por un fondo de ranura y una abertura de ranura, y dientes entre las ranuras. En

un método de acuerdo con la invención, la abertura de ranura está aplicada de manera que su anchura en el lado orientado hacia el entrehierro es de al menos 75% y como máximo 125% de la anchura del fondo de ranura. Además, un devanado concentrado con un número fraccionado de ranuras está instalado en las ranuras, teniendo el devanado un número máximo de ranuras de 0,5.

- 5 Un método de acuerdo con la invención se refiere a la fabricación de un devanado concentrado con un número fraccionado de ranuras de n fases. El devanado comprende un número de m secciones de devanado de base, y cada devanado de fase comprende un número igual de m pares de bobinas. En el método, una primera fase consiste en bobinar el primer devanado de fase del motor para formar un grupo de bobinas a partir de un conductor continuo, preferiblemente mediante el uso de una bobinadora, de tal manera que una primera y una segunda bobina del devanado de fase se bobinan para formar un primer par de bobinas que rodean dos dientes adyacentes entre sí, una tercera y una cuarta bobina se bobinan para formar un segundo par de bobinas que rodean dos dientes adyacentes entre sí, y la distancia entre los pares de bobinas primero y segundo en el devanado está adaptada para ser igual a una longitud de conductor determinada por la longitud b del devanado de base, formando esta longitud de conductor un conductor de extremo delantero. La bobinadora puede ser un dispositivo de árbol giratorio al que se fija el conductor y luego se bobina para formar una bobina acabada. En el método de la invención, la bobinadora puede utilizarse para bobinar al mismo tiempo todas las bobinas de un devanado de fase de motor a fin de formar un grupo de bobinas a partir de un conductor continuo. A medida que se forma el grupo de bobinas a partir de un conductor continuo y las bobinas en el mismo grupo de bobinas se conectan así eléctricamente entre sí, no es necesario conectar por separado las bobinas entre sí, lo que ahorra mano de obra y tiempo.
- 10
- 15
- 20 De acuerdo con una realización preferida de la invención, el primer devanado de fase del motor se bobina también para formar un grupo de bobinas de modo que los pares de bobinas 1, 2, ... $m-1$, m del primer devanado de fase se instalan de manera sucesiva en el grupo de bobinas en un orden determinado por el número de orden del par de bobinas, de tal manera que la distancia entre cada dos pares de bobinas sucesivas en el devanado está adaptada para ser igual a una longitud de conductor determinada por la longitud de la sección de devanado de base, formando dicha longitud de conductor un conductor de extremo delantero.
- 25

En una realización preferida de la invención, los devanados de fase de todas las n fases del motor se bobinan para formar grupos de bobinas de la misma forma que el devanado de fase de la primera fase del motor.

- En un método de acuerdo con la invención, las dos bobinas del primer par de bobinas del primer devanado de fase del motor se instalan como un par de bobinas en una primera sección de devanado de base en ranuras adyacentes entre sí alrededor de unos dientes primero y segundo, de tal manera que lados de bobina adyacentes entre sí de las bobinas se colocan en la misma ranura, siendo la dirección de la corriente de fase que circula a través de la primera bobina alrededor del primer diente y la dirección de la corriente de fase que circula a través de la segunda bobina alrededor del segundo diente opuestas entre sí y un aislante de ranura se instala en combinación con los lados de bobina de las bobinas primera y segunda colocadas en la misma ranura de modo que el aislante de ranura permanece entre el fondo de ranura, la pared lateral y los lados de bobina. El aislante de ranura también puede consistir en dos aislantes de ranura independientes que se colocan por separado en combinación con los dos lados de bobina en la misma ranura de modo que los aislantes de ranura se mantienen entre el fondo de ranura, la pared lateral y los lados de bobina y ambos aislantes de ranura permanecen entre los lados de bobina para mejorar el aislamiento entre los lados de bobina.
- 30
- 35

- 40 En un método de acuerdo con la invención, las dos bobinas del primer par de bobinas de un segundo devanado de fase del motor se instalan en ranuras adyacentes entre sí en la primera sección de devanado de base de la misma forma que las dos bobinas del primer par de bobinas del primer devanado de fase, de tal manera que las direcciones de las corrientes de fase en el primer par de bobinas del primer devanado de fase y en el primer par de bobinas del segundo devanado de fase son opuestas entre sí, el primer par de bobinas del primer devanado de fase y el primer par de bobinas del segundo devanado de fase se instalan uno al lado de otro de manera que los lados de bobina más cercanos entre sí se instalan en la misma ranura y un aislante de ranura se instala en combinación con los lados de bobina colocados en la misma ranura de manera que el aislante de ranura permanece entre el fondo de ranura, la pared lateral y los lados de bobina.
- 45

- En el método de la invención, los primeros pares de bobinas de fases de motor 1, 2, ..., $n-1$, n se instalan uno al lado de otro en la primera sección de devanado de base de acuerdo con el número de orden de la fase de manera que los pares de bobinas de fases con números de orden sucesivos se instalan uno al lado de otro del mismo modo que los primeros pares de bobinas y los segundos devanados de fase del motor.
- 50

- En un método de acuerdo con la invención, el segundo par de bobinas de la primera fase del motor se instala en ranuras de la segunda sección de devanado de base de la misma forma que el primer par de bobinas de la primera fase de manera que los lados de bobina más cercanos al borde y adyacentes entre sí en las secciones de devanado de base primera y segunda se instalan en la misma ranura y una longitud de conductor determinada por la longitud de la sección de devanado de base se deja entre los pares de bobinas primero y segundo de la primera fase para formar un devanado extremo. El segundo par de bobinas de la segunda fase del motor se instala en ranuras de la segunda sección de devanado de base de la misma forma que el segundo par de bobinas de la primera fase.
- 55

En un método preferido de acuerdo con la invención, los pares de bobinas de fases de motor 1, 2, ..., n-1, n se instalan en ranuras de la segunda sección de devanado de base de la misma forma que en la primera sección de devanado de base.

5 En un método de acuerdo con la invención, los pares de bobinas se instalan en secciones de devanado de base 1, 2, ..., m-1, m de la misma forma que en las secciones de devanado de base primera y segunda de tal manera que un par de bobinas de devanado de fase se colocan en cada sección de devanado de base en un orden determinado por el número de orden de la fase, secciones de devanado de base con números de orden sucesivos se instalan uno al lado de otro de la misma forma que las secciones de devanado de base primera y segunda y dos lados de bobina se instalan en cada ranura.

10 En un método de acuerdo con la invención, un aislante de cierre de ranura se instala en la ranura sobre los lados de bobina de modo que el aislante de cierre de ranura entra en contacto con el aislante de ranura a lo largo de la longitud de la ranura.

De acuerdo con la invención, también es posible bobinar los pares de bobinas en paralelo. Además, en relación con o después de la operación de bobinado, los pares de bobinas también se pueden instalar en un bastidor de devanado específico, y el bastidor de devanado se puede instalar en combinación con las ranuras de motor y los dientes.

15

Ventajas de la invención

La solución de la invención proporciona la ventaja de que el rizado de par del motor puede reducirse sustancialmente cuando la anchura de la abertura de ranura es al menos 75% de la anchura del fondo de ranura. La onda fundamental de par todavía permanece sustancialmente sin cambios. Esto es ventajoso cuando un aparato de transporte es accionado por un motor de accionamiento de acuerdo con la invención, ya que el rizado de par supone una desventaja durante el funcionamiento del aparato de transporte, tal como un ascensor, y perjudica su confort de marcha, causando vibraciones y ruido. La vibración aparece como una vibración a la frecuencia característica del mecanismo de ascensor, y como una oscilación limitada, lo que hace que el sistema oscile incluso aunque la frecuencia de la excitación no sea la misma que la frecuencia característica del mecanismo de ascensor. La vibración también provoca un desgaste del mecanismo del aparato de transporte y reduce su vida útil.

25

Cuando la anchura de la abertura de ranura es al menos 75% de la anchura del fondo de ranura, la abertura de ranura puede considerarse como sustancialmente abierta. Esto también facilita el devanado del motor. Los devanados se pueden preparar como bobinas acabadas antes de ser instaladas en su sitio, ya que la abertura de ranura al estar sustancialmente abierta, los devanados se pueden instalar en su sitio en un rotor y / o estátor acabado. Además, de acuerdo con el método de fabricación descrito en la invención, un devanado de fase de motor puede bobinarse como una bobina a partir de un solo conductor continuo, por ejemplo mecánicamente, mediante el uso de una bobinadora, lo que facilita la operación de bobinado y reduce los costes de fabricación del motor.

30

Debido al devanado concentrado con un número fraccionado de ranuras descrito en la invención, el número de pares de polos en el motor se puede incrementar sustancialmente en comparación con los devanados distribuidos tradicionales, en los que los conductores de diferentes fases se colocan en ranuras de una manera tal que cada dos ranuras adyacentes entre sí contienen lados de bobina de diferentes fases. Al mismo tiempo, la proporción de devanados extremos en el motor se reduce, lo que reduce a su vez la cantidad de cobre necesario para los devanados en el motor. Esto también deriva en una caída sustancial en el precio del motor. Además, el tamaño del motor se reduce, lo cual es necesario en el caso de motores utilizados en ascensores, especialmente si el motor de ascensor se coloca en el pozo de ascensor.

35

Como no hay tantos cruces entre los devanados extremos del motor como en motores antiguos de devanados distribuidos, también se reduce el aislamiento requerido de los devanados extremos. Ya que los cruces entre devanados extremos se reducen, el riesgo de ruptura de los devanados también se reduce y se mejora la fiabilidad del motor.

45

El devanado de acuerdo con la invención comprende un número no predeterminado de fases, aunque en los ejemplos de realización presentados más adelante, se describe un devanado trifásico a modo de ejemplo. Este devanado tiene la ventaja de que, cuando los devanados se bobinan en una configuración de estrella, no tiene que conectarse un conductor neutro independiente al punto de estrella, ya que ahora es posible disponer el conductor neutro para que no lleve corriente.

50

Lista de figuras

La figura 1 representa una máquina de flujo axial de acuerdo con la invención, provista de un devanado concentrado con un número fraccionado de ranuras,

La figura 2 representa una sección transversal de una parte de un reborde de estátor de acuerdo con la invención, representado de una forma enderezada,

La figura 3 representa una parte de un reborde de estátor de acuerdo con la invención, según se ve perpendicularmente desde la dirección del entrehierro,

- 5 La figura 4 representa un gráfico proporcional del rizo de par del motor, representado en relación a la anchura de la abertura de ranura,

La figura 5 representa una máquina de flujo radial de acuerdo con la invención.

Descripción detallada de la invención

- 10 En los ejemplos que se describen a continuación, la invención se explica con la ayuda de un motor trifásico en el que el estátor está provisto de un devanado concentrado con un número fraccionado de ranuras y el rotor de imanes permanentes. En esta realización de la invención, las bobinas comprendidas en el devanado de fase se bobinan en serie, aunque también se pueden bobinar en paralelo.

- 15 La figura 1 representa un estátor de máquina de flujo axial provisto de un devanado concentrado con un número fraccionado de ranuras. El estátor comprende ranuras 4 y dientes 5. Las bobinas se bobinan alrededor de dientes para formar un devanado concentrado en un modo en el que los lados de bobina 31 de la misma bobina se colocan en ranuras adyacentes entre sí. De esta manera, los devanados extremos 38 permanecen cortos ya que sólo se extienden entre dos ranuras adyacentes. Las bobinas 1 y 2 forman un primer par de bobinas de la primera fase, y las bobinas 6 y 7 forman un segundo par de bobinas de la primera fase. La figura muestra la distancia 3 entre los pares de bobinas primero y segundo. Esta distancia también es la extensión de la sección de devanado de base. En la figura también se representa un conductor de extremo delantero 8, que conecta entre sí los pares de bobinas primero 1, 2 y segundo 6, 7 de la primera fase. En la figura 1, las bobinas contienen un sólo bucle conductor, aunque también pueden tener un mayor número de bucles conductores. En el motor de acuerdo con esta figura, la anchura del fondo de ranura 9 es constante por toda la longitud de la ranura a fin de asegurar que las bobinas llenen las ranuras lo más eficazmente posible.

- 25 La figura 2 representa una parte de un reborde de estátor de acuerdo con la invención, representado de una forma sin curvar. El motor tiene aberturas de ranura sustancialmente abiertas, siendo la anchura 10 de la abertura de ranura al menos 75% de la anchura 9 del fondo de ranura. Las bobinas primera 1 y segunda 2 de la primera fase se instalan en ranuras alrededor de dos dientes adyacentes entre sí para formar un par de bobinas 1, 2, de modo que la dirección de la corriente de fase que circula alrededor del diente 11 rodeado por la bobina 1 es opuesta a la dirección de la corriente que circula alrededor del diente 12 rodeado por la bobina 2. En cada ranura, se instalen dos lados de bobina. Un aislante de ranura 13 se instala en las ranuras de tal manera que el aislante de ranura permanece entre los lados de bobina y el fondo y las paredes laterales de la ranura.

- 35 La figura 3 representa una parte de un reborde de estátor de acuerdo con la invención visto perpendicularmente desde la dirección del entrehierro. Las bobinas de la primera fase se instalan en serie para formar un grupo de bobinas de tal manera que pares de bobinas sucesivos 1, 2; 6, 7 de la misma fase se colocan a una distancia entre sí 3 determinada por la sección de devanado de base. Dos pares de bobinas sucesivos se conectan entre sí mediante un conductor de extremo delantero 8 que tiene una longitud igual a la extensión de la sección de devanado de base 3. La primera fase se forma a partir de sólo un grupo de bobinas instalando pares de bobinas en serie de la misma forma que se han instalado los pares de bobinas 1, 2; 6, 7. En cada sección de devanado de base 3, 15, un par de bobinas se instalan en un orden determinado por el número de orden del devanado de fase, por lo que el número de pares de bobinas es igual al número de secciones de devanado de base. El primer devanado de fase 14 se bobina a partir de un solo conductor continuo para facilitar el bobinado mecánico. La dirección de la corriente de fase que circula en el devanado de fase de motor en la primera bobina del primer par de bobinas de la primera fase se indica con la flecha 20, y la dirección de la corriente de fase que circula en la segunda bobina del primer par de bobinas de la primera fase se indica con la flecha 21. Del mismo modo, la dirección de la corriente de fase que circula en el devanado de fase de motor en la primera bobina del primer par de bobinas de la segunda fase se indica con la flecha 22, y la dirección de la corriente de fase que circula en la segunda bobina del primer par de bobinas de la segunda fase se indica con la flecha 23. De acuerdo con la figura, las direcciones de las corrientes de fase en los primeros pares de bobinas de las fases primera y segunda están dispuestas para ser opuestas entre sí. También se puede observar en la figura que las direcciones 20, 21 de las corrientes de fase en el segundo par de bobinas 6, 7 de la primera fase son opuestas a las direcciones de las corrientes de fase en el primer par de bobinas de la primera fase. En las bobinas de acuerdo con la figura 3, están instalados dos bucles conductores, aunque el número de bucles conductores también pueden ser diferente.

- 55 Los pares de bobinas de todas las tres fases del motor ilustrados en la figura 3 están dispuestos en el estátor adyacentes entre sí de acuerdo con el número de orden, de tal manera que las direcciones de las corrientes en pares de bobinas de diferentes fases son opuestas entre sí de la misma forma que en los pares de bobinas de las fases primera y segunda.

- La figura 4 describe el rizado de par del motor con respecto a la onda fundamental del par como una función de la anchura 17 de la abertura de ranura. En la figura 4, T_{rizado} representa el rizado de par motor y T_1 la onda fundamental de par. De la misma manera, 1_d representa la anchura de la abertura de ranura y 1 la anchura del fondo de ranura. La curva 33 representa un gráfico de rizado de par en el caso de un devanado concentrado con un número fraccionado de ranuras y la curva 34 en el caso de un devanado distribuido tradicional, en el que el devanado de fase se distribuye en varias ranuras del área de los polos. En el caso de un devanado tradicional, el rizado de par aumenta a medida que aumenta la anchura de la abertura de ranura. En el caso de un devanado concentrado con un número fraccionado de ranuras, el rizado de par es al principio pequeño con aberturas de ranura cerradas, aumenta a medida que aumenta la abertura de ranura hasta que, cuando la anchura de abertura de ranura aumenta sobrepasando un determinado valor 18, el rizado de par comienza a disminuir de nuevo. De acuerdo con la invención, cuando la anchura de abertura de ranura es al menos 75% de la anchura 19 del fondo de ranura, el rizado de par motor ha disminuido sustancialmente con respecto al valor en el punto 18. Tal abertura de ranura también esta sustancialmente abierta, y la instalación de los devanados de motor en tal abertura de ranura es posible después de que el estátor haya sido formado con la forma final.
- La figura 5 representa un motor de flujo radial en el que el estátor 24 tiene un devanado concentrado con un número fraccionado de ranuras y el rotor 25 tiene imanes permanentes 27. El número de ranuras del motor significa el número de ranuras de estátor 4 por fase y polo. Como el motor de acuerdo con la figura 5 tiene 12 ranuras de estátor, 3 fases y 10 polos, el número de ranuras será de 2/5.
- El apéndice 1 presenta resultados de simulación referentes a un motor de acuerdo con la invención. Las simulaciones se han llevado a cabo con porcentajes de 50% y 100% de las anchuras de la abertura de ranura de estátor 10 y del fondo de ranura 9.
- La figura 6 presenta resultados de simulación referentes a un motor en el que el porcentaje de las anchuras de la abertura de ranura 10 y del fondo de ranura 9 del estátor es de 50%. El gráfico superior representa el rizado de par motor como una función del tiempo, mientras que el gráfico inferior representa el espectro de par. Los armónicos 6° y 12° del par se pueden leer en el gráfico del espectro de par.
- La figura 7 presenta de la misma manera resultados de simulación referentes a un motor en el que el porcentaje de las anchuras de la abertura de ranura 10 y del fondo de ranura 9 del estátor es de 100%.
- De acuerdo con la figura 6, cuando el porcentaje de las anchuras de la abertura de ranura 10 y del fondo de ranura 9 del estátor del motor simulado es de 50%, la magnitud de punta a punta del rizado de par es 0,75% del par fundamental de onda, y, de acuerdo con la figura 7, cuando el porcentaje de las anchuras de la abertura de ranura y del fondo de ranura aumenta a 100%, el rizado de par de punta a punta disminuye a 0,36% del par de onda fundamental. En las figuras 6 y 7, el espectro de armónicos de par se ha determinado utilizando la frecuencia eléctrica del motor como la frecuencia fundamental del par.
- La invención se puede aplicar, por ejemplo, en motores utilizados en sistemas de ascensor para mover una cabina de ascensor. Tales motores pueden colocarse ya sea en un pozo de ascensor o en una sala de máquinas. Sin embargo, la invención no se limita a una aplicación individual, sino que puede aplicarse en motores eléctricos en general. Otra aplicación ventajosa que vale la pena mencionar es en máquinas de accionamiento de escaleras mecánicas.
- Es obvio para una persona experta en la técnica que la invención no se limita a las realizaciones descritas anteriormente, en las que la invención se ha descrito a modo de ejemplo, sino que son posibles muchas variaciones y diferentes realizaciones de la invención siempre que estén dentro del ámbito de aplicación del concepto inventivo definido en las reivindicaciones que se exponen a continuación.

REIVINDICACIONES

1. Método de fabricación de un motor síncrono de imán permanente para un aparato de transporte, comprendiendo dicho motor un estátor (24), un rotor (25) y un entrehierro (26) entre éstos, en cuyo motor, el estátor y / o el rotor comprende ranuras (4), que están formadas por un fondo de ranura (9) y una abertura de ranura (10), y dientes (5) entre las ranuras, en cuyo método, la abertura de ranura (10) orientada hacia el entrehierro está aplicada de manera que su anchura es de al menos 75% y como máximo 125% de la anchura del fondo de ranura (9), y en cuyo método, un devanado concentrado con un número fraccionado de ranuras que tiene un número máximo de ranuras de 0,5 está instalado en las ranuras, caracterizado por que dicho motor se fabrica como una máquina de flujo axial, que tiene un rotor de imán permanente (25) y por que los imanes de rotor (27) están colocados en la superficie del rotor y un escudo protector (28) de los imanes está hecho de laminado de fibra de vidrio para reducir las pérdidas por corrientes parásitas, por lo que el devanado producido en el método es un devanado concentrado con un número fraccionado de ranuras de n fases que comprende un número de m secciones de devanado de fase (3), comprendiendo cada devanado de fase un número igual de m pares de bobinas (1, 2) y por que el método comprende las etapas de:
- 15 a. bobinar el primer devanado de fase (14) del motor para formar un grupo de bobinas a partir de un conductor continuo mediante el uso de una bobinadora de tal manera que una primera (1) y una segunda (2) bobina del devanado de fase se bobinan para formar un primer par de bobinas que rodean dos dientes adyacentes entre sí (11, 12), una tercera (6) y una cuarta (7) bobina se bobinan para formar un segundo par de bobinas que rodean dos dientes adyacentes entre sí, y la distancia entre los pares de bobinas primero y segundo en el devanado es igual a una longitud de conductor determinada por la longitud de devanado de base (3), formando dicha longitud de conductor un conductor de extremo delantero (8) a lo largo la circunferencia interior del motor.
- 20 2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el método comprende además las etapas de:
- b. bobinar el primer devanado de fase (14) del motor como un grupo de bobinas de acuerdo con el punto a mediante la instalación de los pares de bobinas 1, 2, ... $m-1$, m del primer devanado de fase sucesivamente en el grupo de bobinas en un orden determinado mediante el número de orden del par de bobinas de tal manera que la distancia entre dos pares de bobinas sucesivos (1, 2; 6, 7) en el devanado está adaptada para ser igual a una longitud de conductor determinada por la longitud de la sección de devanado de base (3) formando dicha longitud de conductor un conductor de extremo delantero (8),
- 25 c. bobinar los devanados de fase de las n fases del motor para formar grupos de bobinas de la misma manera que la primera fase (14) del motor de acuerdo con los puntos a y b,
- 30 d. instalar las dos bobinas del primer par de bobinas (1, 2) del primer devanado de fase (14) del motor en la primera sección de devanado de base (3) en ranuras adyacentes entre sí alrededor de unos dientes primero y segundo (11,12) de tal manera que lados de bobina adyacentes entre sí (31) de las bobinas están colocados en la misma ranura, siendo la dirección (20) de la corriente de fase que circula a través de la primera bobina alrededor del primer diente y la dirección (21) de la corriente de fase que circula a través de la segunda bobina alrededor del segundo diente opuestas entre sí y que un aislante de ranura (13) está instalado en combinación con los lados de bobina de las bobinas primera y segunda colocadas en la misma ranura de modo que el aislante de ranura permanece entre el fondo de ranura, la pared lateral y los lados de bobina,
- 35 e. instalar las dos bobinas (29, 30) del primer par de bobinas del segundo devanado de fase (35) del motor en ranuras adyacentes entre sí en la primera sección de devanado de base de la misma manera que las dos bobinas del primer par de bobinas del primer devanado de fase de acuerdo con el punto d de tal manera que las direcciones de las corrientes de fase en el primer par de bobinas (20, 21) del primer devanado de fase y en el primer par de bobinas (22, 23) del segundo devanado de fase son opuestas entre sí, el primer par de bobinas (1, 2) del primer devanado de fase y el primer par de bobinas (29, 30) del segundo devanado de fase se instalan uno al lado de otro de manera que los lados de bobina más cercanos entre sí se instalan en la misma ranura y que un aislante de ranura (13) se instala en combinación con los lados de bobina en la misma ranura de manera que el aislante de ranura permanece entre el fondo de ranura, la pared lateral y los lados de bobina,
- 40 f. instalar los primeros pares de bobinas de las fases de motor 1, 2, ..., $n-1$, n en la primera sección de devanado de base uno al lado de otro de acuerdo con el número de orden de la fase de tal manera que los pares de bobinas de fases con números de orden sucesivos se instalan uno al lado de otro del mismo modo que los primeros pares de bobinas (1, 2) y los segundos devanados de fase (29, 30) del motor de acuerdo con los puntos d y e.
- 45 50 3. Método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el método comprende además las etapas de:
- g. instalar el segundo par de bobinas (6,7) de la primera fase del motor en ranuras de la segunda sección de devanado de base (15) de la misma manera que el primer par de bobinas (1, 2) de la primera fase de acuerdo con el punto d de tal manera que los lados de bobina más cercanos al borde y adyacentes entre sí en las secciones de
- 55

devanado de base primera y segunda (3, 15) se instalan en la misma ranura y que una longitud de conductor determinada por la longitud (3) de la sección de devanado de base se deja entre los pares de bobinas primero y segundo de la primera fase como un conductor de extremo delantero (8),

5 h. instalar el segundo par de bobinas (36, 37) de la segunda fase del motor en ranuras de la segunda sección de devanado de base de la misma manera que el segundo par de bobinas (6, 7) de la primera fase de acuerdo con los puntos d y e,

i. instalar los pares de bobinas de fases de motor 1, 2, ..., n-1, n en ranuras de la segunda sección de devanado de base de acuerdo con el número de orden de la fase de la misma manera que en la primera sección de devanado de base (3) de acuerdo con los puntos d, e, f.

10 4. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el método comprende además las etapas de:

15 j. instalar los pares de bobinas en secciones de devanado de base 1, 2, ..., m-1, m de la misma manera que en las secciones de devanado de base primera y segunda (3, 15) de acuerdo con los puntos d, e, f, g, h, i de tal manera que un par de bobinas de devanado de fase se colocan en cada sección de devanado de base en un orden determinado mediante el número de orden de la fase, que secciones de devanado de base con números de orden sucesivos se instalan uno al lado de otro de acuerdo con el punto g, y que dos lados de bobina se instalan en cada ranura,

k. instalar un aislante de cierre de ranura (32) en la ranura sobre los lados de bobina de modo que el aislante de cierre de ranura entra en contacto con el aislante de ranura (13) a lo largo de la longitud de la ranura.

20

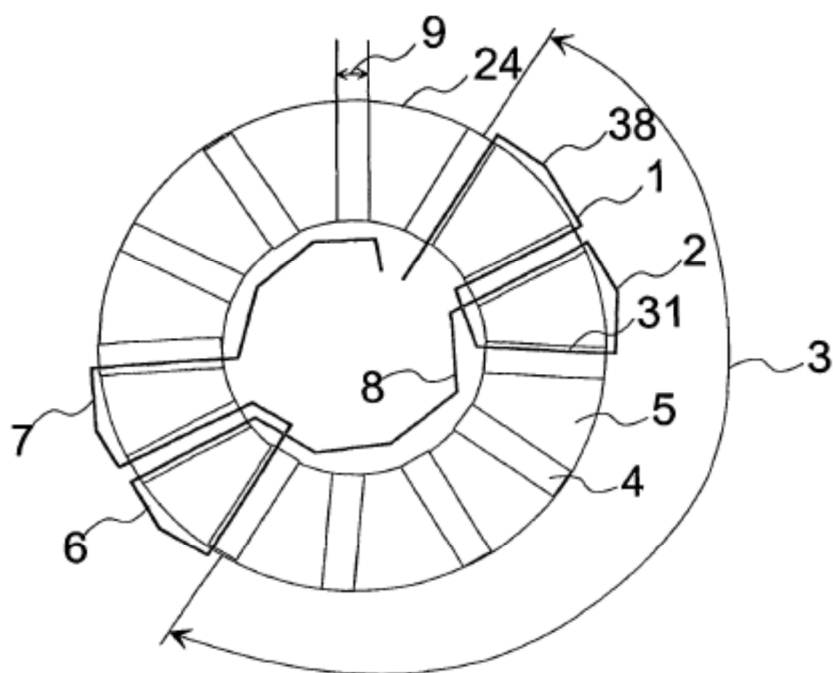


FIG. 1

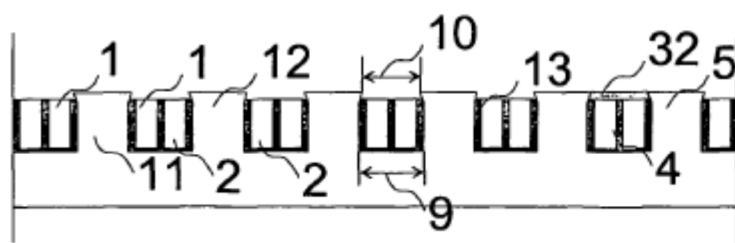


FIG. 2

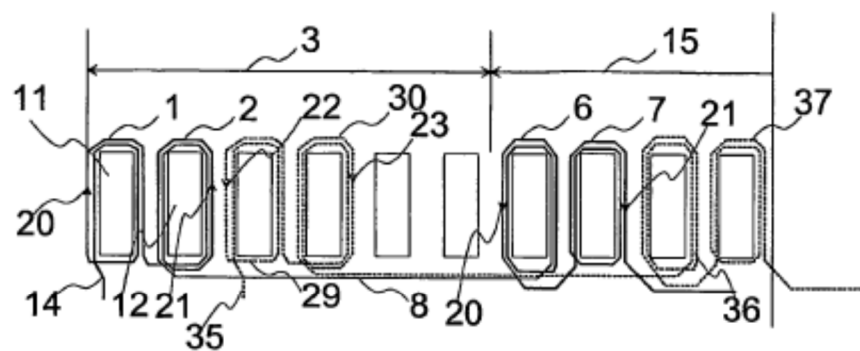


FIG. 3

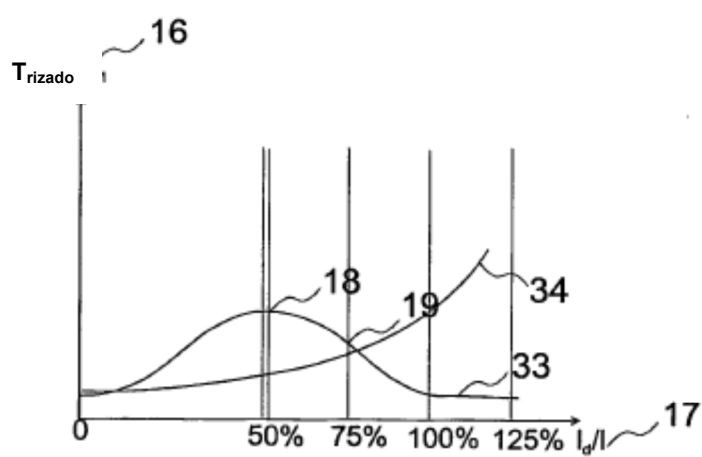


FIG. 4

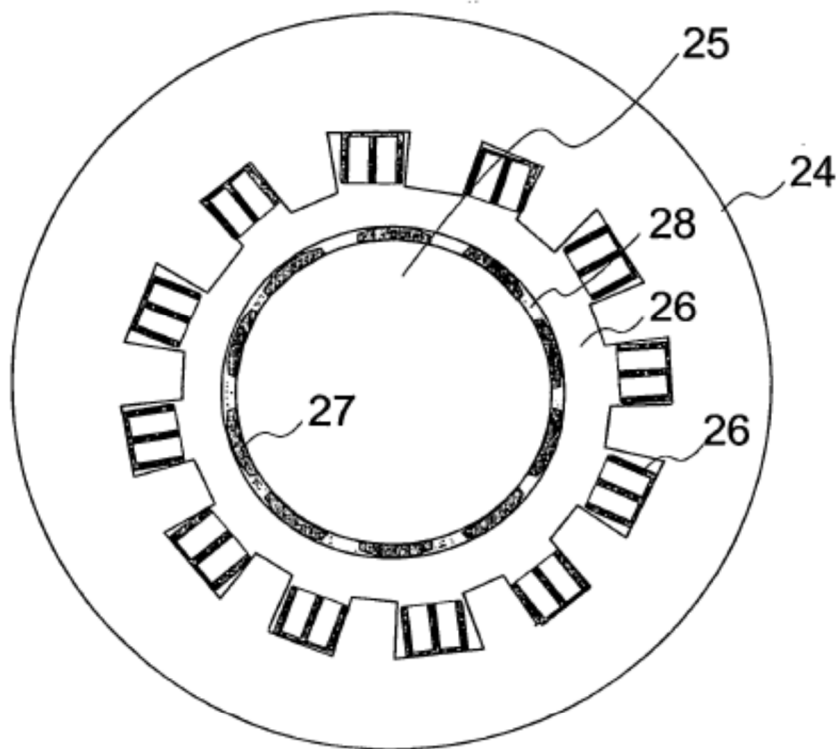


FIG. 5

RESUMEN 1

2

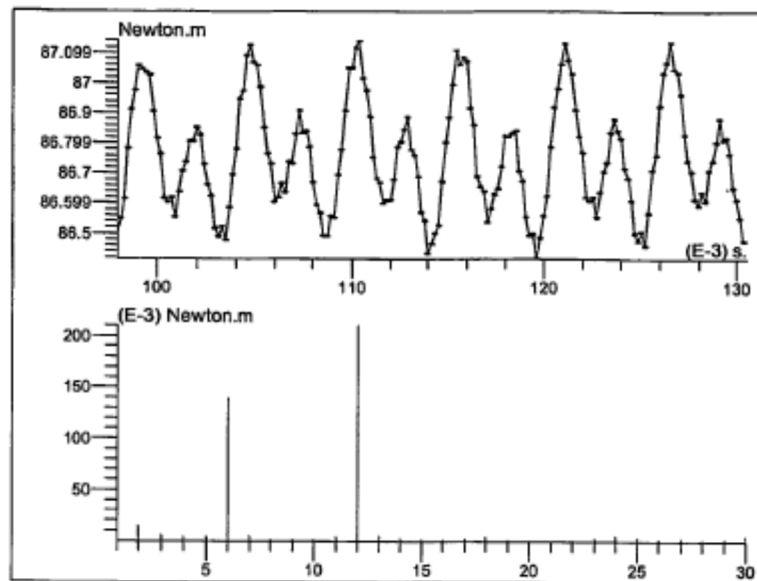


FIG. 6

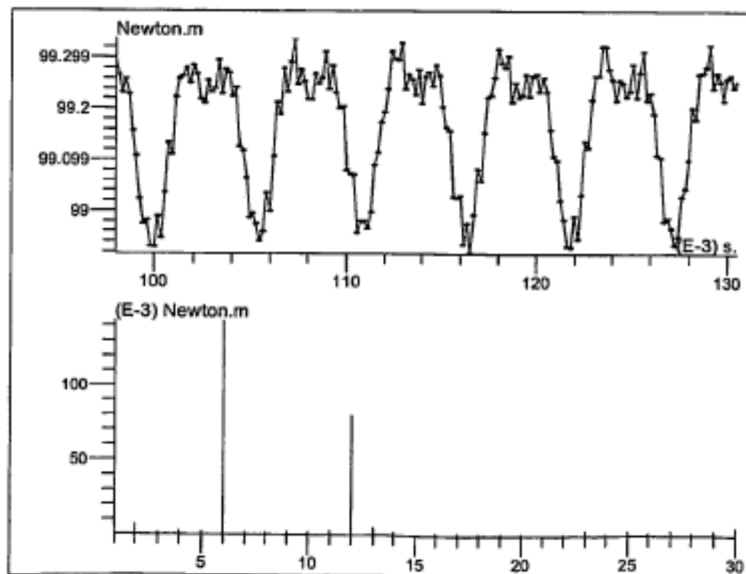


FIG. 7