



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 360 798**

51 Int. Cl.:

G01R 31/34 (2006.01)

G01R 31/06 (2006.01)

H02K 15/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04791386 .8**

96 Fecha de presentación : **26.10.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **2113780**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.11.2009**

54

Título: **Motor asíncrono de jaula de ardilla y procedimiento de detección de averías para dicho motor.**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
09.06.2011

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
09.06.2011

73

Titular/es:
TSK ELECTRÓNICA Y ELECTRICIDAD, S.A.
Avda. Pablo Iglesias, 15
33205 Gijón, Asturias, ES

72

Inventor/es: **Pedrayes González, Francisco;**
Ruiz González, Miriam;
Fernández Cabanas, Manes;
García Melero, Manuel;
Rojas García, Carlos;
Alonso Orcajo, Gonzalo y
Cano Rodríguez, José Manuel

74

Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 360 798 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 asíncrono de jaula de ardilla y procedimiento de detección de averías para dicho motor

Objeto de la invención

La presente invención está relacionada con la detección de averías en máquinas eléctricas.

5 De manera más concreta es objeto de la invención detectar de manera fiable daños producidos en las barras y/o en los anillos de extremo de la jaula del rotor de motores asíncronos de jaula de ardilla, independientemente del tipo de carga con la que estén trabajando, siendo especialmente deseable detectar ese tipo de averías incluso cuando el motor está trabando con cargas cuyo par resistente presenta una componente oscilatoria o pulsante.

10 Es también objeto de la invención un motor asíncrono de jaula de ardilla, que incorpora un medio que permite detectar daños producidos en las barras y/o en los anillos de cortocircuito de la jaula rotórica bajo cualquier tipo de carga.

Antecedentes de la invención

El motor asíncrono trifásico fue inventado por Dolivo Dobrowolsky en 1890, el cual disponía de un rotor en forma de jaula de ardilla y empleaba devanados distribuidos en el estator. Este motor presentaba una construcción simple y robusta que ofrecía magníficas prestaciones con un reducido mantenimiento.

15 Las máquinas asíncronas, también denominadas máquinas de inducción, se caracterizan porque la velocidad de giro del rotor no coincide con la velocidad de sincronismo determinada por la frecuencia de potencia de entrada. En función del tipo de rotor, estas máquinas se clasifican en dos tipos: rotor en jaula de ardilla o cortocircuito y rotor devanado o con anillos rozantes. El rotor está constituido por un conjunto de chapas apiladas formando un cilindro con una serie de ranuras en su perímetro exterior donde se dispone el devanado inducido. El rotor de jaula de ardilla está formado por una serie de conductores de cobre o aluminio puestos en cortocircuito por dos anillos extremos, y es debido a esta configuración particular de la que se toma el nombre de estos motores. Por su parte el estator dispone de una serie de dientes radiales en su perímetro interno, los cuales definen entre sí una serie de ranuras en las que se coloca el devanado inductor.

25 Los motores asíncronos de jaula de ardilla presentan entre sus averías más comunes la rotura o agrietamiento de barras y/o anillos de extremo. Esta avería es especialmente grave cuando existe la posibilidad de que un fragmento de la barra o anillo pueda salir proyectado hacia el entrehierro de la máquina provocando daños, habitualmente muy graves, en el devanado estático. Por este motivo, desde principio de los años 80 se han tratado de desarrollar múltiples técnicas capaces de detectar el fallo de forma incipiente con el fin de impedir una avería posterior de mayor magnitud y la salida de servicio de la máquina afectada durante un largo periodo de tiempo.

30 Los documentos US 4 808 932, US 3 875 511 y US 4 136 312 divulgan enfoques de detección de averías para motores de inducción.

Los utilizados industrialmente se basan fundamentalmente en la búsqueda de determinadas componentes armónicas de la corriente de alimentación o de otras variables como el flujo de dispersión del motor. Si bien estos métodos basados en la medición de variables externas de la máquina son eficaces presentan una importante limitación: no pueden ser aplicados en el caso de que la máquina accione un dispositivo cuyo par resistente sea de tipo oscilatorio, ya que en esas condiciones de trabajo el efecto producido por la rotura de una barra y la oscilación del par de carga se confunden. De hecho, el método más extendido para la detección de esta avería, que se basa en el análisis de la frecuencia de la corriente de alimentación del motor, se ve totalmente afectado por este fenómeno, siendo inaplicable en el caso de que el motor accione una carga de par pulsante (engranaje reductor, molino, etc.).

35 En la figura 1 se muestran dos espectros de la corriente de alimentación correspondientes a un motor nuevo y sano en el que se ha introducido una componente oscilatoria en el par de frecuencia (2sf), siendo (s) el deslizamiento con el que trabaja la máquina. En la figura 1a se puede observar como los armónicos (10) de frecuencias (1+2s)f y (1-2s)f utilizados de forma convencional para la detección de la rotura de barras experimentan un fuerte crecimiento, picos (11) en la figura 1b, con la oscilación del par que lleva a un diagnóstico incorrecto en el que se supondrían varias barras rotóricas rotas. Del mismo modo que sucede con las corrientes, las demás variables utilizadas en los otros métodos de diagnóstico disponibles en la actualidad se ven igualmente afectadas por la presencia de cargas de par pulsante.

50 No se conoce en el estado de la técnica ningún método capaz de detectar este tipo de averías en presencia de cargas de par pulsante.

Descripción de la invención

La presente invención resuelve el problema técnico planteado, mediante la invención comprendida en las adjuntas reivindicaciones independientes 1 y 5.

De manera más concreta, el método de la invención definido en la reivindicación 1 permite detectar la presencia de barras dañadas o rotas en la jaula rotórica de motores asíncronos de jaula de ardilla bajo cualquier condición de carga, incluyendo la correspondiente al accionamiento de máquinas cuyo par resistente mecánico tenga componentes oscilatorias, como los que se presentan por ejemplo con cargas como: molinos, trituradoras, machacadoras, motores acoplados a múltiples engranajes reductores, bombas, ventiladores etc.

El método de diagnóstico se basa en la valoración de las alteraciones que se producen en las posiciones de los ejes de los polos magnéticos de la máquina cuando tiene lugar una asimetría rotórica, esto es, rotura de barras y/o anillos de cortocircuito. Se ha encontrado que cuando una máquina asíncrona presenta una barra rotórica rota se produce una variación en la posición de los ejes de los polos magnéticos del motor que da lugar, a su vez, a una alteración del ángulo abarcado por cada polo.

La rotura de las barras produce un desplazamiento de los ejes magnéticos de cada polo magnético, y este desplazamiento de los ejes magnéticos produce a su vez una importante alteración en la longitud abarcada por cada polo sobre el entrehierro de la máquina, y esta alteración es el parámetro que se toma como indicador para la detección del fallo. Estas variaciones en la longitud de los polos magnéticos pueden detectarse mediante la medición del flujo concatenado o conexión por uno de los dientes estatóricos, pudiendo ser así diagnosticada la avería.

Sin embargo, cuando el motor acciona una máquina cuyo par resistente tiene una componente oscilatoria no se produce ninguna variación en la ubicación de los ejes de los polos magnéticos ni en su longitud. La oscilación del par de carga sí puede producir variaciones apreciables en los valores máximos del flujo de la máquina, pero no dará lugar a variaciones en la longitud de los polos magnéticos. De este modo, los dos fenómenos: rotura de barras rotóricas y oscilación del par de carga quedarán claramente diferenciados pudiendo realizarse el diagnóstico de una forma sencilla y fiable.

Por lo tanto un primer aspecto de la invención se refiere a un método de detección de averías en motores asíncronos de jaula de ardilla, destinado a detectar daños en las barras de la jaula rotórica y/o en los anillos de extremo de dichos motores, en cualquier condición de carga, el cual se basa en medir el flujo magnético concatenado en uno de los dientes del estator del motor y tomar dicha medida como indicador de la presencia de daño en dichas barras y/o anillos de extremo.

La medición o análisis de dicho flujo magnético se efectúa mediante la determinación del valor de la fuerza electromotriz inducida por dicho flujo, en los bornes de un bobinado auxiliar situado alrededor de un diente del estator. De acuerdo a ley de Lenz, la fuerza electromotriz inducida en bornes del bobinado auxiliar será proporcional al número de espiras que éste presente y a la variación instantánea del flujo concatenado por él:

$$E = N \cdot d\Phi/dt;$$

donde E es la fuerza electromotriz, N el número de espiras del devanado auxiliar y Φ el flujo concatenado por el diente de la máquina.

Por tanto, todas las alteraciones sufridas por el flujo del motor como consecuencia de la presencia del fallo de aislamiento quedarán reflejadas en la fuerza electromotriz inducida en el bobinado auxiliar. De hecho, se ha podido comprobar que la variación en la longitud de los polos magnéticos causada por la rotura de las barras se puede detectar en la señal de la fuerza electromotriz inducida en el devanado auxiliar.

La forma de detectar la alteración magnética causada por la avería en la fuerza electromotriz inducida es extremadamente simple: tal y como se expuso anteriormente la rotura de la barra produce una modificación en la posición del eje magnético de los polos que a su vez altera la longitud de los mismos en el entrehierro de la máquina. Para cualquier máquina asíncrona sana, alimentada con una corriente de frecuencia f Hz la onda de flujo y, por tanto, de fuerza electromotriz inducida en el bobinado auxiliar será una onda de carácter esencialmente senoidal y de periodo $T=1/f$. Sin embargo, se ha podido comprobar experimentalmente cómo la rotura de una barra modifica esta forma de onda haciendo que el periodo de la señal fluctúe en torno al valor T correspondiente a la máquina simétrica con polos de longitudes idénticas. Por tanto, la detección de la avería se puede llevar a cabo de una forma extremadamente simple con sólo medir el tiempo transcurrido entre los sucesivos pasos por cero de la señal de fuerza electromotriz inducida en los bornes del devanado auxiliar instalado en uno de los dientes de la máquina.

Otro aspecto de la invención se refiere a un motor asíncrono de jaula de ardilla tal como el definido en la reivindicación 5, que incorpora de medios que le permiten detectar la presencia de barras dañadas o rotas en la jaula rotórica bajo

cualquier condición de carga incluso cargas pulsantes. Para ello, en el interior del motor se dispone de al menos un bobinado auxiliar formado por una o varias espiras de conductor aislado en torno a uno de los dientes estatóricos, estando dicho bobinado convenientemente ubicado y calculado para la correcta medición del flujo magnético creado por el diente estático.

5 Los dos extremos o terminales de ese bobinado se llevan hacia el exterior de la máquina donde pueden finalizar en la caja de conexiones del motor o en la entrada del sistema diagnóstico o en el instrumento de medida que utilice el personal de mantenimiento para aplicar el método de detección objeto de la invención.

10 Una de las ventajas de la invención es que es fácilmente integrable en un dispositivo electrónico de diagnóstico en tiempo real. En este caso, bastaría con diseñar un circuito electrónico que realizase la medición del periodo de la señal proveniente del bobinado adicional introducido en la máquina y definir un umbral para las oscilaciones de esta variable por encima del cual se considerase la existencia de avería. El sistema electrónico podría estar basado en un microcontrolador de bajo coste y podría incluir entre sus funciones la evaluación histórica de la máquina, el manejo de protecciones y alarmas, etc.

15 El método objeto de la invención presenta varias ventajas respecto de los procedimientos convencionales utilizados para la detección de asimetrías en la jaula rotórica de los motores asíncronos de jaula de ardilla:

- i. Permite la detección del fallo en condiciones de carga mecánica pulsante en las que no es posible aplicar ningún otro método de diagnóstico que no se vea influenciado por el efecto de la carga accionada por el motor.
- 20 ii. No requiere la realización de transformaciones matemáticas en el dominio de la frecuencia lo cual revierte en una mayor simplicidad y mucho menor coste económico del sistema de detección de fallos.
- iii. El diagnóstico se realiza en tiempo real pudiendo el dispositivo de detección ser integrado en la propia máquina de forma que actúe como aviso, alarma o elemento de protección interrumpiendo el servicio del motor cuando se detecta el inicio de la avería.

25 Las prestaciones que puede ofrecer el nuevo método de diagnóstico, tanto en su aplicación directa como integrado en un dispositivo electrónico de detección de fallos en tiempo real, son las siguientes:

- i. Detección directa de la rotura o agrietamiento en barras y/o anillos de extremo de motores asíncronos de jaula de ardilla de cualquier rango de potencia, número de polos, tecnología de fabricación y dimensiones geométricas.
- 30 ii. Discriminación entre la rotura de barras y el efecto producido por las oscilaciones del par resistente de la máquina accionada por el motor. Se permite por tanto el diagnóstico en cualquier condición de carga incluso en máquinas con pares resistentes de características muy variables: molinos, trituradoras, machacadoras, motores acoplados a múltiples engranajes reductores, bombas, ventiladores, etc.
- 35 iii. Diagnóstico directo sin necesidad de procesamiento de la señal por parte del usuario en el caso de integrar el procedimiento en un dispositivo electrónico de detección de fallos en tiempo real.
- iv. Posibilidad de inclusión del dispositivo de detección en tiempo real dentro de los sistemas convencionales de protección de la máquina.
- 40 v. Posibilidad de aplicación "manual" del método a partir únicamente de la espira de medición de flujo sin necesidad de ningún sistema electrónico adicional.
- vi. Posibilidad de integración del método y el sistema de detección en tiempo real en la máquina durante su fase de diseño y fabricación, adaptando los umbrales de sensibilidad de forma específica a cada motor.
- 45 vii. Posibilidad de implantación del método en máquinas ya en servicio de una forma simple y a un coste económico muy bajo.
- viii. Posibilidad de transmisión a distancia de la señal de salida del sistema de la invención: centralización del proceso de diagnóstico en plantas industriales.

Descripción de los dibujos

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las

características del invento, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica del mismo, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

5 La figura 1.- muestra, dos gráficas representativas del espectro de corrientes antes y después de introducir en el par resistente de un motor sano de 11 kW una componente oscilatoria de frecuencia 2sf. La gráfica 1a corresponde al espectro de corriente sin par pulsante, y la gráfica 1b representa el espectro después de introducir un par pulsante. El eje horizontal corresponde a frecuencias en Hertzios (Hz) y el eje vertical al valor de corriente.

10 La figura 2.- muestra una imagen simplificada de las secciones frontales del rotor y estator un motor de jaula de ardilla, con las que se ilustra el efecto de desplazamiento del eje de los polos magnéticos de la máquina cuando se produce la rotura de una barra rotórica. La figura 2a corresponde a un motor sano, y la figura 2b corresponde a un motor con una barra rota.

15 La figura 3.- es una imagen similar a la de la figura anterior, obtenida mediante una simulación por el método de los elementos finitos en un motor de 11kW, 400 Voltios de 4 polos de la figura 4. La figura 3a corresponde a un motor sano, y la figura 3b corresponde a un motor con una barra rota, muestra una representación esquemática, en perspectiva y parcialmente seccionada, del rotor y estator de un motor de jaula de ardilla.

La figura 5.- muestra un detalle ampliado de la figura anterior.

La figura 6.- muestra un detalle similar al de la figura 5 con una mayor ampliación.

La figura 7.- muestra un diagrama de bloques descriptivo del método objeto de la invención para la detección de asimetrías rotóricas.

20 La figura 8.- muestra una serie de gráficas correspondientes a los resultados experimentales de la aplicación del método de la invención a un motor sano y a un motor con una barra rota trabajando en condiciones de par constante y oscilatorio. En estas gráficas se ha representado la duración del semiperiodo T/2 de la señal de la fuerza electromotriz inducida en un diente estatórico en función del número de semiciclos de la señal capturada. El eje horizontal de las gráficas corresponde al número de semiperiodos, y el eje vertical a la duración del semiperiodo en milisegundos (ms).

25 La gráfica 8a corresponde a un motor sano trabajando en condiciones de par constante, la figura 8b a un motor sano trabajando bajo un par oscilante, la figura 8c a un motor con una barra rota trabajando con un par constante, y la figura 8d a un motor con una barra rota trabajando con un par oscilante.

Realización preferente de la invención

30 El método de diagnóstico se basa en la valoración de las alteraciones que se producen en las posiciones de los ejes de los polos magnéticos de la máquina cuando tiene lugar una asimetría rotórica, esto es rotura de barras y/o anillos de extremo. En la figura 2 se representa una imagen simplificada el estator (1) y el rotor (2) de un motor asíncrono de jaula de ardilla, y en la que también se ha representado las líneas de campo (3) correspondientes a un motor de 4 polos. La figura 2a corresponde a un motor sano y la figura 2b a un motor con una rotura de una barra de la jaula rotórica. En dicha figura se observa como la rotura de las barras (no representadas) produce un desplazamiento de los ejes magnéticos (8,8') de cada polo. Este desplazamiento de los ejes magnéticos (8,8') produce una alteración en la longitud de cada uno de los polos que es el parámetro que se tomará como herramienta para la detección del fallo.

35 Con el fin de observar con más detalle el fenómeno descrito en el apartado anterior, en la figura 3 se ha representado dos gráficos obtenidos mediante una simulación de un motor de 11kW y 4 polos por el método de los elementos finitos. En la figura 3a se puede observar la distribución de las líneas de campo magnético (3) correspondientes a la máquina sin ningún tipo de avería, y en la figura 3b se muestra el campo magnético (3) resultante tras introducir la rotura de dos barras rotóricas. En este gráfico se puede observar cómo la rotura de las barras rotóricas ha provocado un significativo desplazamiento (d) de los ejes (8,8') de los polos magnéticos.

40 El desplazamiento de los ejes de los polos magnéticos provoca a su vez una importante alteración en la longitud abarcada por cada polo sobre el entrehierro de la máquina. Estas variaciones en la longitud de los polos magnéticos pueden detectarse mediante la medición del flujo concatenado por uno de los dientes estatóricos (4) del estator (1), pudiendo ser así diagnosticada la avería incluso cuando el motor acciona una máquina cuyo par resistente tiene una componente oscilatoria ya que la medida que se realiza, no se ve alterada por el tipo de carga.

45 La invención se basa en la medición del flujo magnético en uno de los dientes (4) del estator (1) de la máquina. Para ello, se introducen en el interior del motor varias espiras de conductor aislado en torno a uno de los dientes estatóricos (4) formando un bobinado auxiliar (5). La forma de realizar este pequeño bobinado (5) es extremadamente simple y económica, ya que basta con arrollar el número deseado de espiras, bien en la parte

superior o en la inferior del diente (5), llevando sus dos extremos o terminales (7,7') hacia el exterior de la máquina donde pueden finalizar en la caja de conexiones (no representada), del motor o en la entrada del sistema diagnóstico o en el instrumento de medida que utilice el personal de mantenimiento para aplicar el nuevo método de detección.

5 En el caso de la figura 6, el bobinado auxiliar (5) se ha colocado en el extremo interno del diente estático (4), justo por debajo de la cuña de fijación (6) del devanado estático (9).

Tal y como se deduce de la vista de las figuras 4, 5 y 6, el coste de la instalación y del devanado adicional son prácticamente insignificantes.

10 La figura 7 ilustra las principales fases operativas del método de la invención. La puesta en práctica del procedimiento descrito en la figura 7 puede desarrollarse de formas muy diferentes: es posible realizar todo el procesamiento de datos descrito anteriormente sobre la señal de fuerza electromotriz muestreada digitalmente. En este caso se efectuaría una captura de la señal de fuerza electromotriz mediante un instrumento digital de medida. Sobre los datos capturados se realizaría, en diferido, la medida del periodo de la señal y a partir del resultado obtenido se emitiría el diagnóstico.

15 En la figura 8 se muestran 4 gráficas correspondientes a la aplicación del procedimiento sobre un motor asíncrono trifásico de 11kW y 4 polos. En ellas se ha representado la duración del semiperiodo T/2 de la señal de fuerza electromotriz inducida en un diente en función del número de semiciclos de señal capturada. En la parte superior se incluyen dos gráficos del motor sano trabajando con un par constante y con un par oscilatorio de frecuencia 2sf. Los dos gráficos de la parte inferior corresponden al mismo motor trabajando en las mismas condiciones de carga pero tras haberse producido la rotura de una barra rotórica.

20 A la vista de las cuatro gráficas se puede determinar la capacidad del método para la detección de la rotura de barras incluso en las condiciones más adversas de carga de par pulsante, ya que como se desprende de la similitud de las dos parejas de gráficas el efecto de la oscilación en el par es prácticamente inapreciable.

25 Diversas posibilidades de realizaciones prácticas de la invención, se describen en las adjuntas reivindicaciones dependientes.

30 A la vista de esta descripción y juego de figuras, el experto en la materia podrá entender que las realizaciones de la invención que se han descrito pueden ser combinadas de múltiples maneras dentro del objeto de la invención. La invención ha sido descrita según algunas realizaciones preferentes de la misma, pero para el experto en la materia resultará evidente que múltiples variaciones pueden ser introducidas en dichas realizaciones preferentes sin exceder el objeto de la invención reivindicada.

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento de detección de averías para detectar daños en las barras de la jaula rotórica y/o en los anillos de cortocircuito de un motor asíncrono de jaula de ardilla, comprendiendo dicho motor un estator (1) y un rotor (2), incluyendo el estator una pluralidad de dientes del estator (4) e incluyendo el rotor una pluralidad de barras de jaula del rotor, en el cual el motor está trabajando en cualquier condición de carga, incluyendo dicha condición de carga cargas cuyo par resistente presenta una componente oscilatoria o pulsante,
- 5
- siendo dicho motor alimentado por al menos una señal de frecuencia (f),
- en el cual el procedimiento comprende las etapas de
- medir el flujo magnético concatenado en uno de los dientes del estator del motor y tomar dicha medida como indicador de la presencia de daño en dichas barras y/o anillos de cortocircuito,
- 10
- en el cual dicho flujo magnético se mide mediante la determinación del valor de la fuerza electromotriz inducida por dicho flujo en terminales de un bobinado auxiliar (5) situado alrededor de dicho diente del estator,
- y en el cual se determina el periodo de la señal de dicha fuerza electromotriz midiendo el tiempo transcurrido entre los sucesivos pasos por cero de dicha señal,
- 15
- y en el cual se compara el periodo de la señal de dicha fuerza electromotriz con el periodo correspondiente a la frecuencia (f) de la señal de alimentación del motor, e interpretando como indicador de la presencia de un daño en las barras de la jaula rotórica y/o en los anillos de cortocircuito de dichos motores el hecho de que el valor del periodo medido de la señal de dicha fuerza electromotriz no coincide o no es próximo al periodo correspondiente a dicha frecuencia (f).
- 20
- 2.- Procedimiento según la reivindicación 1 caracterizado porque para efectuar dicha comparación se define un valor umbral por encima del cual el resultado de la comparación se considera como indicativo de la presencia de una avería.
- 3.- Procedimiento según cualquiera de la reivindicación 1, caracterizado porque la señal de la fuerza electromotriz se mide mediante un instrumento de medida.
- 25
- 4.- Procedimiento según la reivindicación 3 caracterizado porque el instrumento de medida es digital y porque la medida obtenida por el mismo es transmitida a un equipo computerizado de diagnóstico de dicha medida.
- 5.- Sistema de motor que comprende un rotor asíncrono de jaula de ardilla, comprendiendo dicho motor un rotor (2) alojado en el interior de un estator (1) que dispone de múltiples dientes del estator (4) en disposición radial, en el cual se dispone al menos un bobinado auxiliar (5) alrededor de uno de los dientes del estator (4) para detectar
- 30
- daño en las barras de la jaula del rotor y/o en los anillos de cortocircuito de dicho motor cuando el motor está trabajando en cualquier condición de carga que incluyen cargas pulsantes estando dicho bobinado auxiliar adaptado para medir el flujo magnético concatenado sobre dicho dientes del estator, en el cual el bobinado auxiliar (5) tiene dos terminales que son accesibles desde el exterior del motor con el fin de facilitar la conexión eléctrica de un equipo de medición externa a estos terminales, comprendiendo, además, el sistema de motor medios
- 35
- electrónicos programables dispuestos en el exterior del motor para analizar la señal presente en los terminales del bobinado auxiliar, estando dichos medios electrónicos configurados para aplicar el procedimiento definido en la reivindicación 1.
- 6.- Sistema de motor según la reivindicación 5, caracterizado porque dicho bobinado auxiliar consiste en al menos una espira de un conductor aislado.
- 40
- 7.- Sistema de motor según reivindicaciones 5 o 7 caracterizado porque el bobinado auxiliar se dispone en el extremo interno de dicho diente del estator, en el extremo exterior de dicho diente del estator o en cualquier posición intermedia entre dichos extremos.
- 8.- Sistema de motor según reivindicaciones 5 o 7 caracterizado porque el bobinado auxiliar se dispone de forma paralela al eje del motor.
- 45
- 9.- Sistema de motor según cualquiera la reivindicación 1 caracterizado porque dichos medios electrónicos pueden transmitir a distancia el resultado del análisis o la señal presente en los terminales del bobinado.

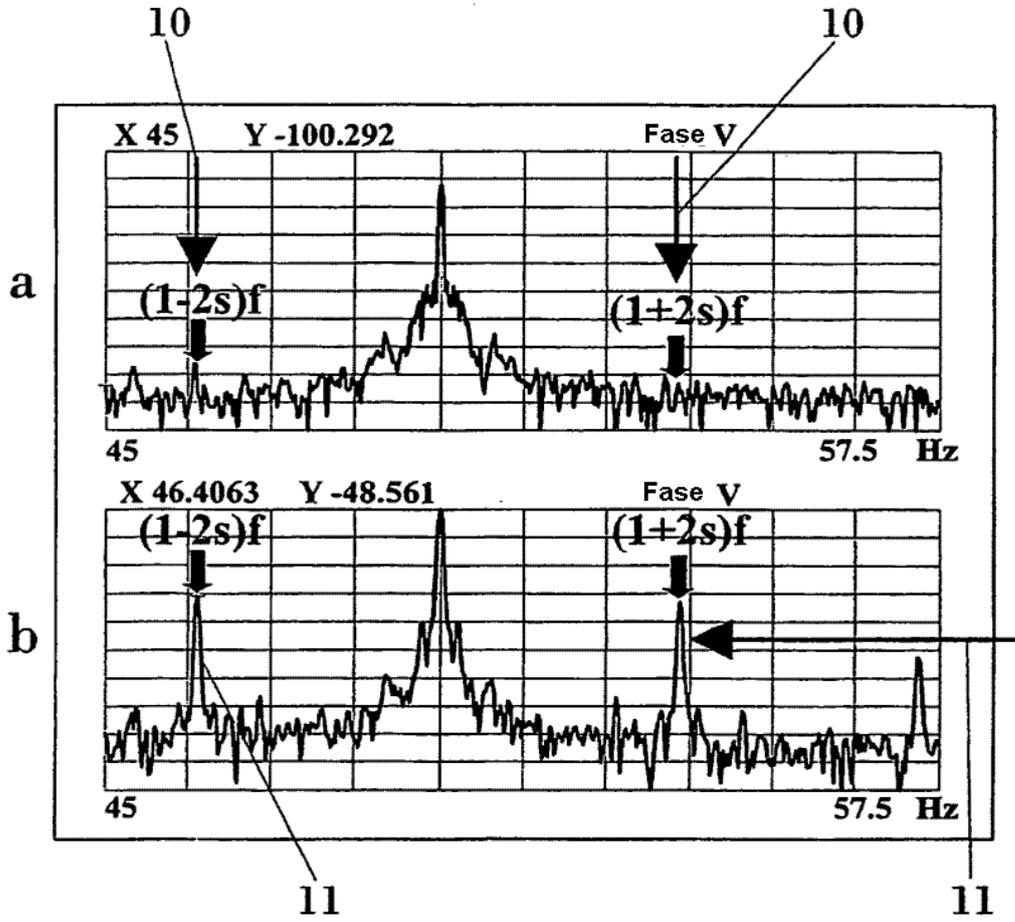
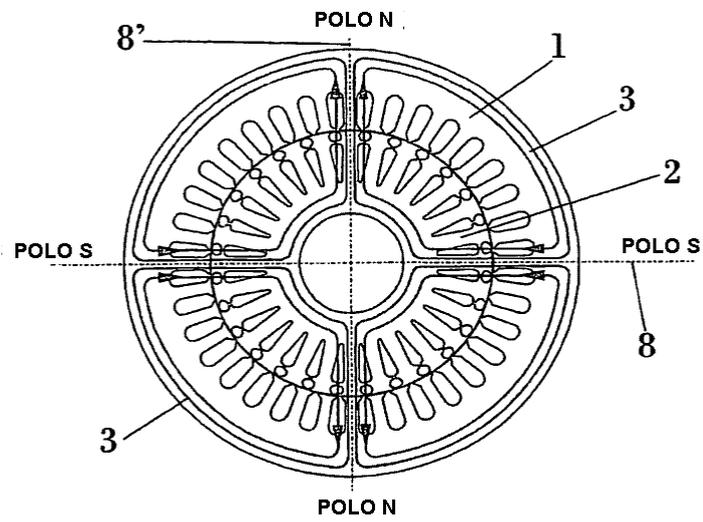
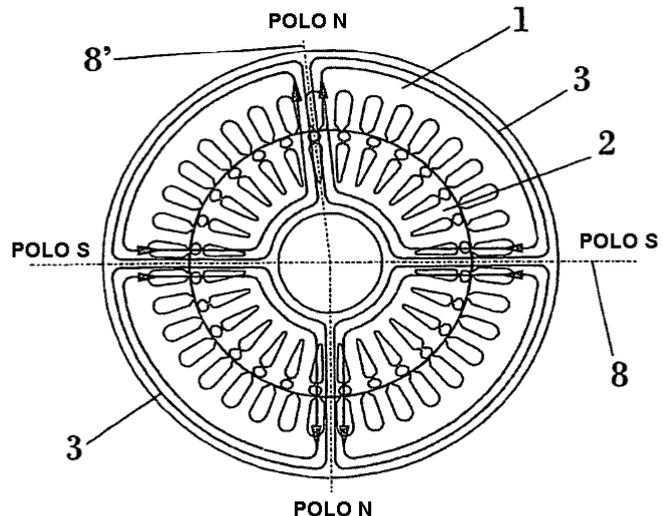


FIG.1



a



b

FIG.2

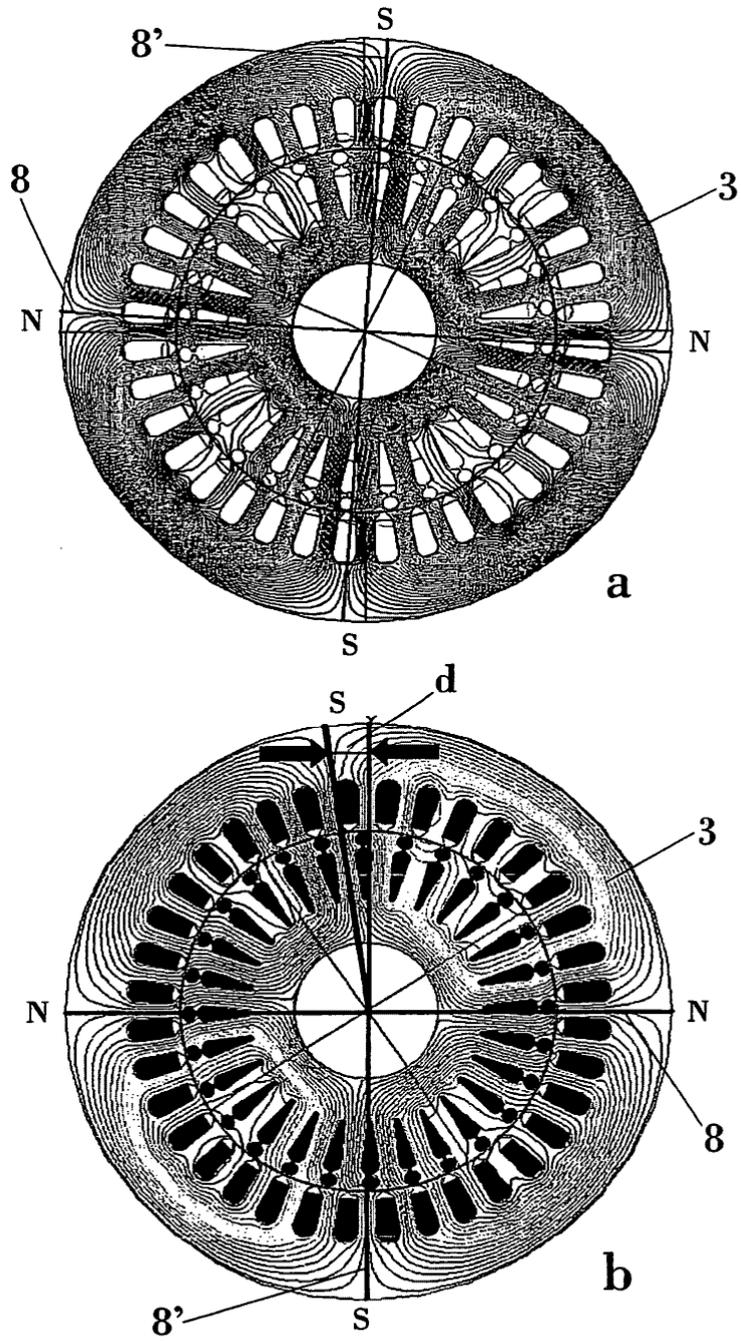
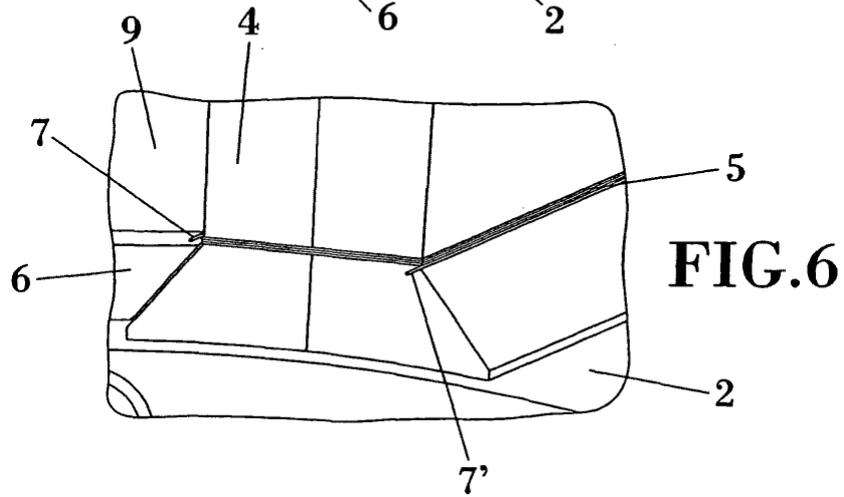
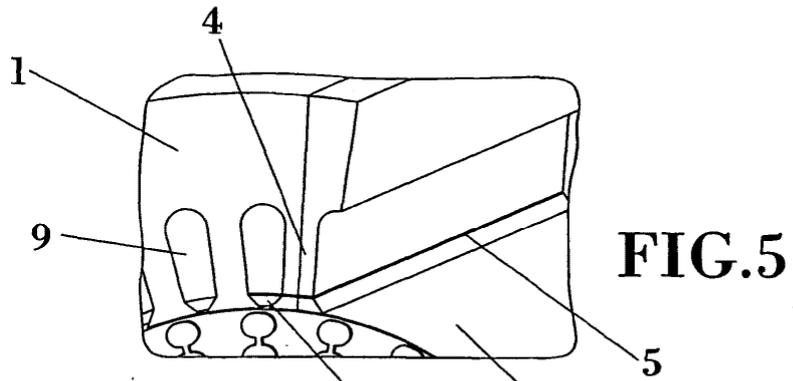
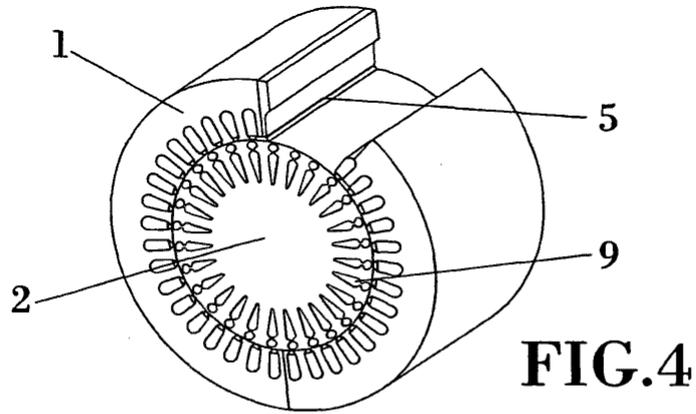


FIG.3



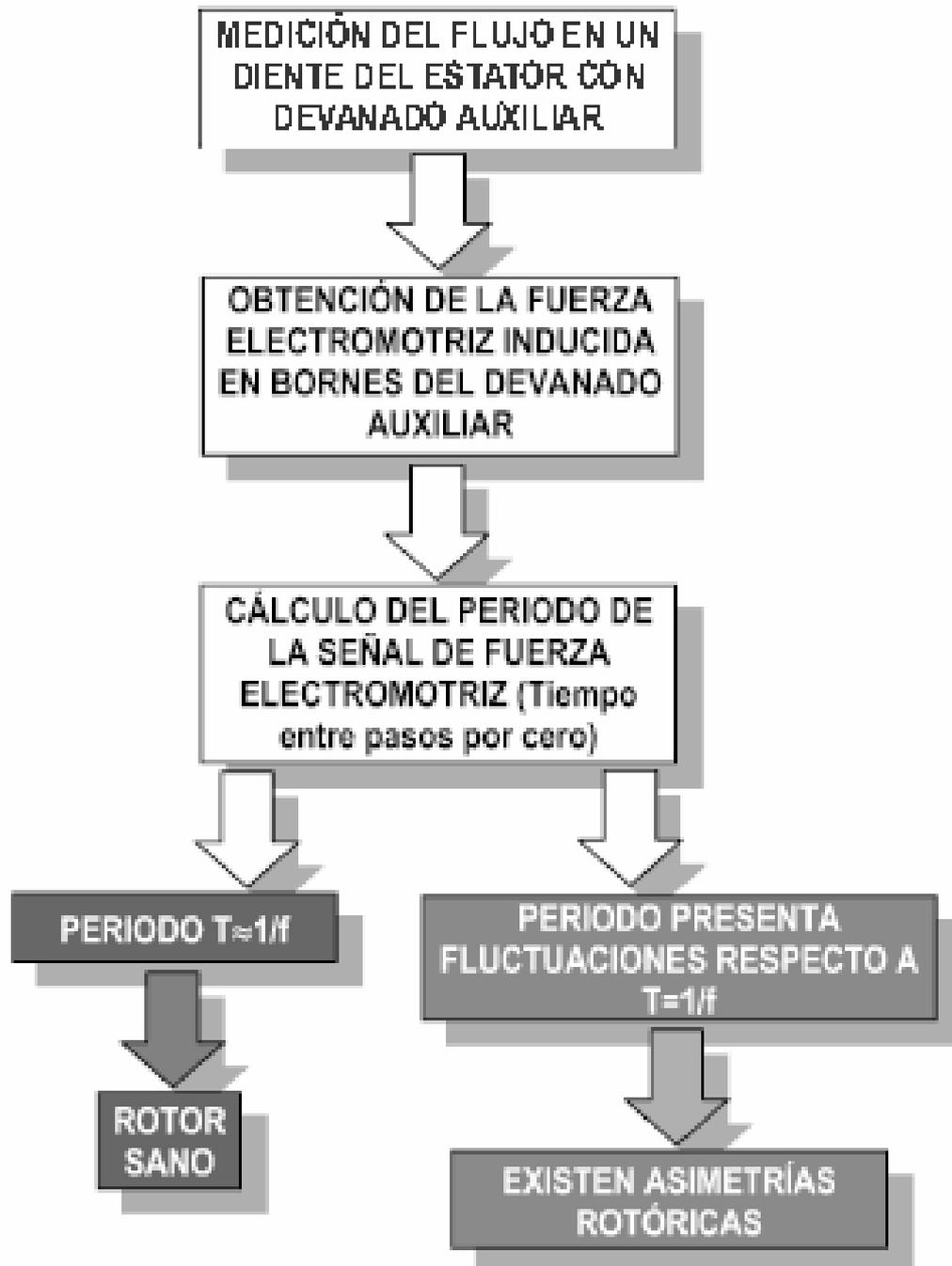


FIG.7

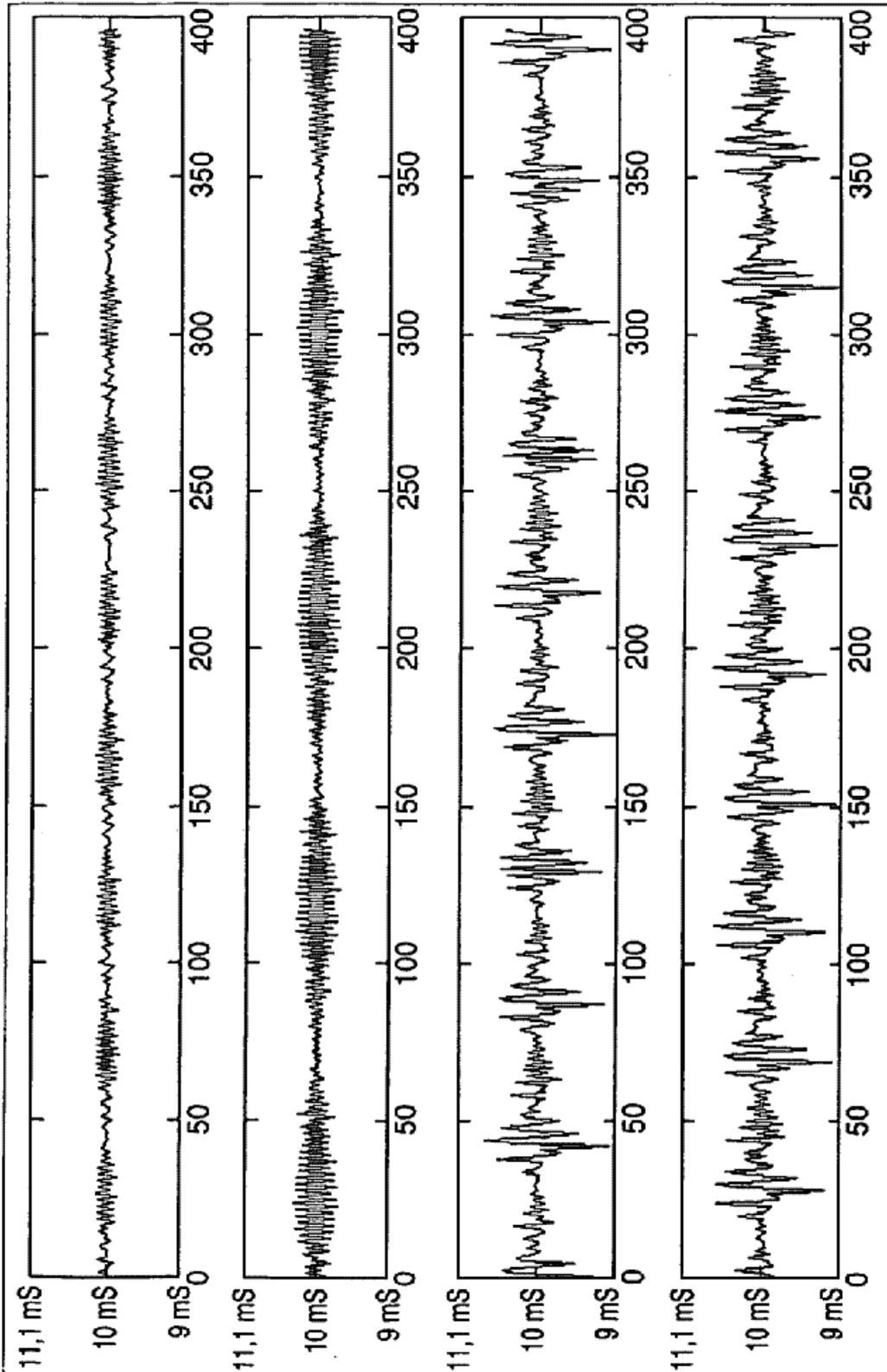


FIG.8