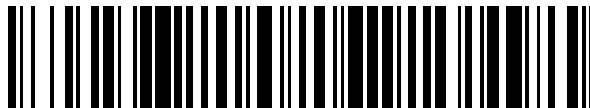


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 887 188**

51 Int. Cl.:

H02P 9/10 (2006.01)

H02P 23/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.07.2009 E 09166497 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.06.2021 EP 2149980**

54 Título: **Método y sistema de procesamiento de flujo parásito**

30 Prioridad:

29.07.2008 ZA 200806603

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

22.12.2021

73 Titular/es:

**ESKOM HOLDINGS (PTY) LTD. (100.0%)
MEGAWATT PARK, MAXWELL DRIVE,
SUNNINGHILL
2146 SANDTON, ZA**

72 Inventor/es:

HIGGINS, SIMON

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 887 188 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 y sistema de procesamiento de flujo parásito

Antecedentes de la invención

Esta invención se refiere a un método de procesamiento de flujo parásito y también a un sistema para el mismo.

- 5 Las máquinas eléctricas síncronas tales como motores eléctricos, generadores o similares generalmente incluyen al menos un rotor de bobina enrollada en su construcción. Durante la operación de estas máquinas eléctricas síncronas, a menudo se genera de manera resultante un flujo parásito.

Es un objeto de la presente invención al menos ser capaces de procesar convenientemente datos de flujo parásito indicativos del flujo parásito generado por la máquina.

- 10 El documento de la técnica anterior US 2004/189279 A1 describe un método para detectar una espira en cortocircuito en una máquina síncrona que tiene un rotor que usa una sonda de flujo magnético que tiene los pasos de: monitorizar una señal de la sonda de flujo durante la operación en línea de la máquina; integrar la señal de sonda de flujo para generar una traza de datos de densidad de flujo que se repite durante cada revolución del rotor; tras detectar movimiento en el cruce por cero de la densidad de flujo, capturar la señal de sonda de flujo en una revolución actual del rotor en una variedad de condiciones de carga de máquina y realizar un análisis de espira en cortocircuito con los datos de señal de flujo capturada.

- 15 El documento de la técnica anterior XP055383036 - Geoff Klempner et al: "Handbook of Large Turbo-Generator Operation and Maintenance" - describe información con respecto a la operación y mantenimiento de todos los tipos de generadores accionados por turbina. La información está diseñada para informar al lector acerca de los problemas operativos de máquina reales y los modos de fallo que ocurren en las estaciones de generación y otros tipos de instalaciones.

Compendio de la invención

Según un primer aspecto de la invención, se proporciona un método de procesamiento de datos de flujo parásito asociados con una máquina eléctrica síncrona según la reivindicación 1.

- 25 El paso de determinar el gráfico de capacidad puede comprender:
- determinar los cruces de flujo parásito cero en la puesta en servicio o detención de la máquina eléctrica síncrona;
 - capturar datos indicativos de la potencia real y reactiva de la máquina eléctrica síncrona para cada cruce de flujo parásito cero determinado; y
 - 30 generar el gráfico de capacidad usando los datos capturados indicativos de las potencias reales y reactivas y los cruces de flujo parásito cero determinados.

El método puede comprender además:

- determinar los cruces de flujo parásito cero para la forma de onda del flujo parásito generada;
 - determinar un punto de operación de MW MVA para la forma de onda de flujo parásito generada; y
 - trazar el punto de operación determinado en el gráfico de capacidad.
- 35 El método puede comprender además generar automáticamente líneas de ranura de rotor en el gráfico de capacidad.

El método también puede comprender la determinación de los cruces de flujo parásito cero del rotor a partir de los datos de diseño de máquina y/o de los datos de flujo parásito capturados.

- 40 El método puede comprender además tender a cualquier cambio en el flujo parásito asociado con la máquina entre las capturas de datos usando al menos los datos de flujo parásito almacenados en la base de datos.

El método puede comprender los pasos de:

- capturar datos de flujo parásito automáticamente cada vez que un cero de flujo de entrehierro de la máquina pasa a través de una ranura;
- capturar datos de flujo parásito manualmente como se desee; y
- 45 capturar datos de flujo parásito a intervalos predeterminados.

Según un segundo aspecto de la invención, se proporciona un sistema para procesar un flujo parásito asociado con una máquina eléctrica síncrona según la reivindicación 7.

El módulo de análisis de datos se puede disponer para:

- determinar cruces de flujo parásito cero para la forma de onda de flujo parásito generada;
- 5 determinar un punto de operación de MW MVA para la forma de onda de flujo parásito generada; y
- trazar el punto de operación determinado en el gráfico de capacidad.

Breve descripción de los dibujos

- La Figura 1 muestra un diagrama esquemático de un sistema según una realización de ejemplo, el sistema que interconecta con unas máquinas eléctricas síncronas;
- 10 La Figura 2 muestra un diagrama de flujo de un método según una realización de ejemplo;
- La Figura 3a muestra un diagrama de flujo de otro método según una realización de ejemplo de colocación de una lectura de flujo parásito en un gráfico de capacidad;
- La Figura 3b muestra un diagrama de flujo de otro método según una realización de ejemplo de detección de manera automática de líneas de rotor en un gráfico de capacidad;
- 15 La Figura 4 muestra una ilustración gráfica de una curva de capacidad con cruces de flujo parásito cero mostrados;
- La Figura 5 muestra un gráfico de flujo generado por el sistema de la Figura 1;
- La Figura 6 muestra una sección transversal de rotor de máquina que ilustra la comparación de los pares de bobinas correspondientes para las ranuras de polos adelantadas de cada polo;
- La Figura 7 muestra un gráfico generado por el sistema de la Figura 1 de pares de bobinas correspondientes para las ranuras de polos adelantadas de cada polo;
- 20 La Figura 8 muestra una sección transversal de rotor de máquina que ilustra la comparación de los pares de bobinas correspondientes para las ranuras de polos atrasadas de cada polo;
- La Figura 9 muestra otro gráfico generado por el sistema de la Figura 1 de pares de bobinas correspondientes para las ranuras de polos atrasadas de cada polo;
- 25 La Figura 10 muestra otro gráfico generado por el sistema de la Figura 1 de los pares de bobinas correspondientes de valor valle a pico para las ranuras de polos atrasadas de cada polo;
- La Figura 11 muestra una sección transversal de rotor de máquina que ilustra la comparación de los pares de bobinas correspondientes para las ranuras de polos adelantadas y atrasadas de cada polo;
- La Figura 12 muestra otro gráfico generado por el sistema de la Figura 1 de pares de bobinas correspondientes para las ranuras de polos adelantadas y atrasadas de cada polo;
- 30 La Figura 13 muestra otro gráfico generado por el sistema de la Figura 1 de los pares de bobinas correspondientes de valor valle a pico para las ranuras de polos adelantadas y atrasadas de cada polo;
- La Figura 14 muestra una sección transversal de rotor de máquina que ilustra la comparación del promedio del valor absoluto del valor valle a pico de las ranuras adelantadas y atrasadas para cada par de bobinas;
- 35 La Figura 15 muestra otro gráfico generado por el sistema de la Figura 1 del promedio del valor absoluto del valor valle a pico de las ranuras adelantadas y atrasadas para cada par de bobinas;
- La Figura 16 muestra una sección transversal de rotor de máquina que ilustra la comparación del promedio del valor absoluto del valor valle a pico de las ranuras adelantadas y atrasadas del par de bobinas de polos opuestos, y
- La Figura 17 muestra otro gráfico generado por el sistema de la Figura 1 del promedio del valor absoluto del valor valle a pico de las ranuras adelantadas y atrasadas del par de bobinas de polos opuestos.
- 40

Descripción de realizaciones preferidas

En la siguiente descripción, con propósitos de explicación, se exponen numerosos detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión minuciosa de una realización de la presente descripción. No obstante, será evidente para un experto en la técnica que la presente descripción se puede poner en práctica sin estos detalles específicos.

5 Con referencia a la Figura 1 de los dibujos, donde una realización de ejemplo de un sistema para procesar datos de flujo parásito asociados con una máquina eléctrica síncrona se indica generalmente mediante el número de referencia 10. El sistema 10 se muestra interconectado con una máquina eléctrica síncrona 12 con el fin de procesar el flujo parásito de la máquina 12. Típicamente, la máquina 12 es un motor eléctrico, generador o cualquier máquina propensa a generar flujo parásito durante su operación. En esta realización de ejemplo particular, la máquina 12 incluye al menos una disposición de rotor de bobina enrollada. Se apreciará que procesar los datos de flujo parásito incluye detectar y analizar los datos de flujo parásito. En otras palabras, el procesamiento de los datos de flujo parásito permitiría al usuario del sistema 10 detectar y analizar fácil y convenientemente el flujo parásito asociado con la máquina 12.

10 El sistema 10 comprende una pluralidad de componentes o módulos que corresponden a las tareas funcionales a ser realizadas por el sistema 10. A este respecto, "módulo" en el contexto de la especificación se entenderá que incluye una parte identificable de código, instrucciones de cálculo o ejecutables, datos u objeto de cálculo para lograr una función, operación, procesamiento o procedimiento particular. De ello se deduce que un módulo no necesita ser implementado solamente en software; un módulo se puede implementar en software, hardware o una combinación de software y hardware. Además, los módulos no necesitan ser consolidados necesariamente en un dispositivo, sino que se pueden difundir a través de una pluralidad de dispositivos para obtener la funcionalidad deseada del sistema 10.

20 En particular, el sistema 10 incluye un módulo de captura de datos 14 dispuesto para interactuar con la máquina 12 para capturar datos de flujo parásito de la misma, típicamente por medio de sondas de flujo radiales y/o tangenciales a través de una tarjeta A/D (Analógica a Digital). Los datos de flujo parásito capturados están típicamente en forma de una señal de flujo parásito de la sonda o sondas.

25 El sistema 10 incluye un módulo de análisis de datos 16 operable para usar los datos de flujo parásito capturados por el módulo de captura de datos 14 al menos para generar formas de onda de flujo parásito. El módulo 16 está dispuesto de manera ventajosa para analizar la forma de onda de flujo parásito generada y los datos de flujo parásito capturados. Las formas de onda de flujo parásito se muestran convenientemente en forma de gráficos, como se describirá con mayor detalle a continuación. El módulo de análisis de datos 16 también está dispuesto para generar tablas, listas o similares de información a partir de los datos de flujo parásito capturados, como se describirá con mayor detalle a continuación.

30 El sistema también incluye la base de datos 18 operable para almacenar al menos datos de flujo parásito capturados incluyendo los gráficos generados por el módulo de análisis de datos 16, por ejemplo, las formas de onda flujo parásito generadas.

35 Según la invención, el sistema 10 incluye una interfaz de usuario 20, la interfaz de usuario 20 que es operable para mostrar las formas de onda de flujo parásito generadas a un usuario del sistema 10. De ello se deduce que el usuario también puede ver cualquier dato de flujo parásito, que incluye las formas de onda de flujo parásito, almacenado en la base de datos 18. La interfaz de usuario 20 es típicamente un ordenador con una interfaz gráfica de usuario (GUI) de circuitería de entrada con el que el usuario puede interactuar con el sistema 10.

40 En una realización de ejemplo, la interfaz de usuario 20 está dispuesta para recibir información del usuario con respecto a la máquina 12 y/u otra información requerida por el sistema 10 para el procesamiento de los datos de flujo parásito. Por ejemplo, la interfaz de usuario 20 se puede disponer para recibir información indicativa de los tipos de sondas de flujo usadas, por ejemplo, sondas de flujo radiales y/o tangenciales, el tipo de máquina 12, por ejemplo, si la máquina 12 es una máquina síncrona 12 de dos o cuatro polos, el número de ranuras de rotor, la configuración del número de espiras en cada bobina de rotor de la máquina 12, o similares. El sistema 10 se configura ventajosamente a sí mismo para operar en base a los parámetros recibidos por medio de la interfaz de usuario 20, los parámetros que son los detalles de la máquina 12.

45 Se apreciará que el módulo de análisis de datos 16 analiza el flujo parásito determinando los puntos en los que la sensibilidad de flujo está en un nivel máximo o es la mayor; y exhibe, muestra o ilustra convenientemente los puntos en los que la sensibilidad de flujo es la mayor en el gráfico de capacidad de la máquina 12 (tratado con mayor detalle a continuación). Esto puede incluir aplicar los cruces de flujo de rotor cero al gráfico de capacidad y trazar los cruces de flujo cero en el gráfico de capacidad.

50 Para permitir que la máquina sea operada de tal forma que permita tomar una lectura manual en el cruce de flujo parásito cero apropiado, el módulo 16 está dispuesto para determinar los cruces de ranura de rotor. Se observará que los cruces de ranura de rotor son los cruces de flujo cero del rotor. En una realización de ejemplo, los cruces de flujo cero del rotor se puede entender que incluyen los cruces de flujo parásito cero. El módulo de análisis de datos 16 determina los cruces de ranura de rotor a partir de los datos de diseño de la máquina 12. En su lugar, o además, el módulo de análisis de datos 16 determina los cruces de ranura de rotor a partir de los datos de prueba. Los datos de prueba son típicamente los datos de flujo parásito almacenados en la base de datos 18 o, en otras palabras, los datos de flujo parásito capturados por el módulo de captura de datos 14.

5 El módulo de análisis de datos 16 también está dispuesto para usar datos de flujo parásito almacenados en la base de datos 18 para tender a cualquier cambio en el flujo parásito entre las capturas de datos. En una realización de ejemplo, el sistema 10 está dispuesto para mostrar una tendencia de flujo parásito de la máquina 12 contra un calendario. Esto es útil ya que permite ventajosamente al usuario, a través de la interfaz de usuario 20, ver las tendencias de flujo parásito asociadas con la máquina 12 durante la operación de la misma durante un período de tiempo deseado.

Se debe observar que la base de datos 18 está dispuesta ventajosamente para almacenar una pluralidad de formas de onda de flujo parásito según se aplican al gráfico de capacidad de la máquina 12. En una realización de ejemplo, todos los datos almacenados en la base de datos 18 pueden ser imprimibles por un usuario.

10 Los datos de flujo parásito se capturan típicamente como parte de un procedimiento de prueba de la máquina 12. El procedimiento de prueba se lleva a cabo preferiblemente por el sistema 10 para probar la máquina 12 para el flujo parásito emitido por ella. A este respecto, el procesamiento puede ser o puede formar parte de una prueba de flujo parásito de la máquina 12. La prueba, o la captura de datos de flujo parásito, se inicia ventajosamente automáticamente por el módulo de captura de datos 14 cada vez que un cero de flujo de entrehierro de la máquina 12 pasa a través de una ranura. Se hace referencia a este tipo de prueba automática como prueba en línea.

15 Como cosa aparte, se observará que bajo condiciones de carga máxima, el cruce de flujo cero se centra solamente alrededor de una ranura de la máquina 12. Para que el cruce de flujo cero pase a través de más de una ranura, el punto de operación de la máquina 12 tiene que ser alterado. Haciendo esto, la máquina 12 se puede operar de tal forma que el cruce de flujo parásito cero pueda pasar a través de dos o tres ranuras.

20 El módulo de captura de datos 14 se dispone típicamente para determinar cuándo el cero de flujo de entrehierro de la máquina 12 pasa a través de una ranura comparando la forma de onda de flujo parásito generada con una lectura de flujo parásito de referencia conocida. La lectura de flujo parásito conocida puede ser típicamente los datos de flujo parásito capturados. En particular, el módulo de captura de datos 14 compara un punto de cruce de flujo parásito cero con picos de la forma de onda de flujo parásito generada. No obstante, esto solamente se puede hacer directamente en máquinas 12 que tienen instaladas sondas de flujo radiales. Para las máquinas 12 que tienen instalada una sonda tangencial se aplica una transformación matemática que altera la posición de fase de la señal en 90 grados. Después de esta transformación, las señales de sonda tangencial se procesan usando los mismos algoritmos que la señal de sonda radial. De ello se deduce que, cuando el cruce de flujo parásito cero corresponde con un pico producido por una ranura particular, se generan tablas para cada ranura por el módulo de análisis de datos 16. Una de las tablas generadas indica los valores pico para las ranuras adelantadas y atrasadas en cada par de polos. Por ejemplo, para una máquina 12 con dos polos A y B, se genera la siguiente tabla:

Tabla 1: Valores pico para ranuras adelantadas y atrasadas para una máquina de dos polos

	Ranura	Valor pico del polo A	Valor pico del polo B	Relación del polo A/B	% de espiras en cortocircuito A/B
Adelantadas	1				
	2				
	.				
	.				
	N				
Atrasadas	1				
	2				
	.				
	.				
	N				

35 En la Tabla 1 anterior, las dos últimas columnas indican la relación de los valores pico del polo A y del polo B y el número de espiras en cortocircuito detectadas para las ranuras adelantadas y atrasadas para los polos A y B, respectivamente.

De ello se deduce que para una máquina 12 de cuatro polos con los polos A, B, C y D, la tabla generada por el módulo de análisis de datos 16 es similar a la Tabla 1 con columnas adicionales, en particular las columnas de la

tabla generada para una máquina 12 de cuatro polos incluirá los valores pico del polo A, los valores pico del polo B, los valores pico del polo C, los valores pico del polo D, la relación de los valores pico de cualquier polo con el valor pico de cualquier otro polo, el número de espiras en cortocircuito detectadas cuando se comparan las ranuras adelantadas y atrasadas para cualquier polo con cualquier otro polo.

- 5 Otra tabla que se genera por el módulo de análisis de datos 16 es para el promedio del valor absoluto del valor valle a pico de las ranuras adelantadas y atrasadas para cada par de polos. Por ejemplo, para una máquina 12 de dos polos con polos A y B, se genera la siguiente tabla:

Tabla 2: Promedio del valor absoluto del valor valle a pico de las ranuras adelantadas y atrasadas para cada par de polos

Ranura	Valor promedio del polo A	Valor promedio del polo B	Relación del valor promedio del polo A/B	% de espiras en cortocircuito A/B
1				
2				
.				
.				
.				
.				
n				

- 10 Se apreciará que las dos últimas columnas de la Tabla 2 indican la relación de los valores promedio del polo A y del polo B y el número de espiras en cortocircuito detectadas para los polos A y B respectivamente.

- 15 De ello se deduce que para una máquina de cuatro polos con los polos A, B, C y D, la tabla generada por el módulo de análisis de datos 16 es similar a la Tabla 2 con columnas adicionales, en particular las columnas de la tabla generada para una máquina de cuatro polos incluirán los valores promedio del polo A, los valores promedio del polo B, los valores promedio del polo C, los valores promedio del polo D, la relación de los valores promedio de cualquier polo con el valor promedio de cualquier otro polo, el número de espiras en cortocircuito detectadas cuando se comparan ranuras para cualquier polo con cualquier otro polo.

- 20 Otra tabla más se genera por el módulo de análisis de datos 16 de promedios de los valores absolutos de los valores valle a pico de las ranuras adelantadas y atrasadas de pares de bobinas de polos opuestos. Para una máquina 12 de dos polos, típicamente se genera una tabla como la mostrada a continuación:

Tabla 3: Promedios de los valores absolutos de los valores valle a pico de las ranuras adelantadas y atrasadas de pares de bobinas de polos opuestos

Ranura	Valor promedio del polo A/B	Valor promedio del polo B/A	Relación del valor promedio del polo A/B al polo B/A	% de espiras en cortocircuito del polo A/B al polo B/A
1				
2				
.				
.				
.				
.				
n				

Las dos últimas columnas de la Tabla 3 indican la relación de los valores promedio del polo A/B y del polo B/A, y el número de espiras en cortocircuito detectadas para los polos A/B y B/A.

5 Se observará también que para una máquina 12 de cuatro polos con los polos A, B, C y D, la tabla generada por el módulo de análisis de datos 16 es similar a la Tabla 2 con columnas adicionales, en particular las columnas de la tabla generada para una máquina 12 de cuatro polos incluirán los valores promedio del polo A/B, los valores promedio del polo B/A, los valores promedio del polo C/D, los valores promedio del polo D/C, la relación de los valores promedio del polo A/B y del polo B/A, la relación de los valores promedio del polo C/D y del polo D/C, el número de espiras en cortocircuito detectadas para los polos A/B y B/A. y el número de espiras en cortocircuito detectadas para los polos C/D y D/C.

10 Las tablas mostradas anteriormente se generan típicamente para ser almacenadas en un formato de tipo abierto para facilitar el acceso a los sistemas que usan OPC (Vinculación e Integración de Objetos (OLE) para Control de Procesos) o SQL (Lenguaje de Consulta Estructurado) o formatos similares.

15 En otras realizaciones de ejemplo, el módulo de captura de datos 14 está dispuesto para determinar cuándo el cero de flujo de entrehierro de la máquina pasa a través de una ranura identificando los cruces de flujo parásito cero en el gráfico de capacidad de la máquina 12. En una realización de ejemplo, los cruces de flujo parásito cero se representan ventajosamente en el gráfico de capacidad.

20 Se observará que el módulo de análisis de datos 16 está dispuesto para generar el gráfico de capacidad al que se ha hecho referencia anteriormente. Con el fin de generar el gráfico de capacidad, el módulo de análisis de datos 16 está dispuesto para monitorizar los puntos de cruce cero en la puesta en servicio (o detención) de la máquina 12, y también dispuesto para anotar la potencia real y reactiva para cada punto. El módulo 16 está dispuesto para generar el gráfico de capacidad usando al menos datos indicativos de las potencias real y reactiva y los cruces de flujo parásito cero determinados. Se observará que los datos indicativos de las potencias real y reactiva se capturan ventajosamente. Se entenderá que cada uno de estos puntos se extiende luego a través de un origen de línea de cruce de flujo parásito cero de ranura de rotor (MVA/Xq) o el punto límite de estabilidad produciendo por ello una familia de curvas, típicamente curvas de cruce de flujo parásito cero. Estas curvas son una representación de la carga requerida para hacer funcionar la máquina 12 en cualquiera de los puntos de cruce de flujo parásito cero. Por medio de una transformación simple, cada curva de cruce cero particular se puede asociar entonces con un ángulo de carga correspondiente. A medida que la máquina 12 pasa a través del punto de operación con un ángulo de carga asociado con un cruce de flujo parásito cero, el módulo de análisis de datos 16 genera las Tablas 1 a 3 como se ha descrito anteriormente.

30 Se entenderá que el uso de estas curvas de cruce cero da como resultado un método más flexible de determinación de una familia de cruces de flujo parásito cero. Este método se puede aplicar a máquinas 12 que tienen instaladas sondas o bien radiales o bien tangenciales. Cuando la máquina 12 se hace funcionar en un ángulo de carga asociado con un cruce de flujo parásito cero, se producen las tablas de datos de flujo parásito, como se ha descrito anteriormente, en otras palabras, las Tablas 1 a 3.

En la Figura 4 se muestra un ejemplo de una curva de capacidad 50 con cruces de flujo parásito cero indicados.

40 En su lugar, o además de las pruebas en línea de la máquina 12 según se describe, el sistema 10 también se usa para realizar pruebas de una sola vez. Una prueba de una sola vez es una prueba única que toma una instantánea de las condiciones de flujo parásito de la máquina 12 en el momento de la prueba. La prueba se puede realizar por medio de una instrucción simple contenida en el módulo de captura de datos 14, en cualquier condición de carga de la máquina.

45 En su lugar, o además de las pruebas en línea y de una sola vez, el sistema 10 se puede usar para una prueba de tiempo preestablecido de la máquina 12. A este respecto, la interfaz de usuario 20 está dispuesta para recibir información del usuario para definir un número de pruebas a ser llevadas a cabo dentro de un período de tiempo total preestablecido, o un número de pruebas a ser llevadas a cabo con igual separación de tiempo. De ello se deduce que con el número de pruebas a ser llevadas a cabo dentro de un período de tiempo total preestablecido, los parámetros de entrada que se pueden recibir por la interfaz de usuario 20 típicamente serían indicativos del número de pruebas a ser llevadas a cabo y el tiempo total en el que llevar a cabo las pruebas. Por lo tanto, el sistema 10 está dispuesto para usar la información recibida para programar las pruebas a intervalos iguales dentro del tiempo total.

De ello se deduce que para el número de pruebas a ser llevadas a cabo con igual separación de tiempo, los parámetros de entrada que se pueden recibir por la interfaz de usuario 20 son típicamente información indicativa del número de pruebas a ser llevadas a cabo y el tiempo entre cada prueba.

55 Los datos capturados por el módulo de captura de datos 14 y/o los datos generados por el módulo de análisis de datos 16 como parte del procedimiento de prueba como se ha descrito anteriormente se almacenan convenientemente en la base de datos 18. En particular, los datos se pueden almacenar para las máquinas 12 individuales probadas, cuyos datos incluyen, por ejemplo, información de la placa de características de la máquina,

número de polos, número de ranuras de rotor y número de espiras en cada ranura de rotor individual para cada máquina 12 probada.

5 Los datos generales para cada prueba realizada también se almacenan en la base de datos 18, los datos generales que incluyen información indicativa de la fecha y hora de la prueba, las condiciones de carga de la máquina, el tipo de prueba, en otras palabras, prueba en línea, prueba de una sola vez o prueba de tiempo preestablecido para cada prueba realizada en la máquina 12 por el sistema 10.

10 Se observará que, además, con propósitos de visualización y almacenamiento, el módulo de análisis de datos 16 está dispuesto para calcular el número de espiras en cortocircuito en una bobina adelantada en un par de bobinas de polos particular. Esto da un método simple para determinar la gravedad del daño al aislamiento del rotor. El módulo de análisis de datos 16 usa o aplica la siguiente ecuación para determinar el número de espiras en cortocircuito en una bobina, por ejemplo, una bobina dañada:

$$NumberOfShortedTurns = ((1 - (\frac{Vlead1}{Vlead2})) \times N)$$

15 donde Vlead1 es el valor valle a pico de la lectura de flujo parásito para la bobina adelantada en el par de polos con una espira en cortocircuito; Vlead2 es el valor valle a pico de la lectura de flujo parásito para la bobina adelantada en el par de polos sin una espira en cortocircuito y N es el número total de espiras en la bobina.

De ello se deduce que el sistema 10, en particular, el módulo de análisis de datos 16 también está dispuesto para calcular el número de espiras en cortocircuito en una bobina atrasada en un par de polos particular aplicando la siguiente ecuación:

$$NumberOfShortedTurns = ((1 - (\frac{Vlag1}{Vlag2})) \times N)$$

20 donde Vlag1 es el valor valle a pico de la lectura de flujo parásito para la bobina atrasada en el par de polos con una espira en cortocircuito; Vlag2 es el valor valle a pico de la lectura de flujo parásito para la bobina atrasada en el par de polos sin una espira en cortocircuito y N es el número total de espiras en cada bobina.

25 El módulo de análisis de datos también está dispuesto para calcular el número de espiras en cortocircuito usando el valor promedio de las lecturas pico de ranuras adelantadas y atrasadas mediante la aplicación de la siguiente ecuación:

$$NumberOfShortedTurns = ((1 - (\frac{Vav1}{Vav2})) \times N)$$

30 donde Vav1 es el promedio del valor absoluto valle a pico de las lecturas de flujo parásito de ranuras adelantadas y atrasadas para el par de bobinas con una espira en cortocircuito; Vav2 es el promedio del valor absoluto valle a pico de las lecturas de flujo parásito de ranuras adelantadas y atrasadas para el par de bobinas sin una espira en cortocircuito y N es el número total de espiras en cada bobina. Se observará que esta ecuación particular da una indicación del número de espiras en cortocircuito en un par de bobinas dañado.

35 En una realización de ejemplo preferida, el sistema 10 está dispuesto para determinar si están presentes fallos entre espiras simétricas en el rotor de la máquina 12 a partir de información de las ranuras de rotor adelantadas y atrasadas. También, el sistema 10 puede comprobar automáticamente si una sonda de flujo está operando correctamente y al menos detectar una señal reconocible del sistema.

Ahora se describirán además realizaciones de ejemplo en uso con referencia a las Figuras 2, 3a y 3b. Los métodos de ejemplo mostrados en las Figuras 2, 3a y 3b se describen con referencia a la Figura 1, aunque se ha de apreciar que los métodos de ejemplo pueden ser aplicables también a otros sistemas (no ilustrados).

40 Con referencia a la Figura 2, un diagrama de flujo de un método según una realización de ejemplo se indica de manera general con el número de referencia 30. El método 30 se inicia típicamente como parte de un procedimiento de prueba de la máquina 12 como se ha descrito anteriormente. En otras palabras, el método 30 se inicia como parte de prueba o bien en línea, o bien de una sola vez o bien de tiempo preestablecido de la máquina para un flujo parásito por el sistema 10.

45 De ello se deduce que una vez se inicia la prueba, el método 30 incluye capturar, en el bloque 32, datos de flujo parásito de la máquina 12. Los datos de flujo parásito se capturan por el módulo de captura de datos 14 por medio de las sondas de flujo radiales y/o tangenciales de datos. Se apreciará que antes del inicio de la prueba, se recibe por el sistema 10 información acerca de la máquina 12 a ser probada a través de la interfaz de usuario 20, la información que incluye, entre otras cosas, el tipo de sondas de flujo, por ejemplo, si las sondas son sondas de flujo radiales y/o tangenciales, el tipo de máquina 12, por ejemplo, si la máquina 12 es una máquina 12 de dos o cuatro

- polos, el número de ranuras del rotor y la configuración del número de espiras en cada bobina del rotor de la máquina 12. El sistema 10 se configura a sí mismo convenientemente de manera automática para operar en base a la información recibida acerca de la máquina 12. Siendo capaz de configurarse a sí mismo automáticamente para una máquina 12 particular, el sistema 10 se puede usar para una pluralidad de diferentes tipos de máquinas 12.
- 5 En una realización de ejemplo, el sistema 10 también puede recibir una entrada de sincronización desde un eje de una máquina. Esto permite que la detección de la señal de la máquina 12 comience en un momento idéntico en cada revolución del eje del rotor de la máquina 12, permitiendo de este modo una comparación directa de diversas formas de onda adquiridas.
- 10 El método 30 incluye además generar, en el bloque 34, una forma o formas de onda de flujo parásito usando los datos de flujo parásito capturados por el módulo de captura de datos 14. Estas formas de onda se tratarán con mayor detalle a continuación. Como se ha mencionado anteriormente, el módulo de análisis de datos 16 está convenientemente dispuesto para generar las formas de onda de flujo parásito. Se entenderá que a partir de los datos de flujo parásito capturados o de las formas de onda generadas, el flujo parásito generado por la máquina 12 se detecta y analiza convenientemente por un usuario. En una realización de ejemplo, en la detección de una
- 15 cantidad indeseable o predeterminada de flujo parásito de la máquina 12, el sistema se dispone para levantar una señal de alarma, bandera o similar. En el bloque 34, se entenderá que el método 30 también incluye generar tablas, por ejemplo, las Tablas 1 a 3 como se ha descrito anteriormente.
- El método 30 incluye analizar, en el bloque 35, las formas de onda de flujo parásito y los datos de flujo parásito como se ha descrito anteriormente por medio del módulo de análisis de datos 16.
- 20 El método 30 incluye entonces almacenar, en el bloque 36, al menos los datos de flujo parásito capturados en la base de datos 18. De ello se deduce que el método también incluye almacenar las tablas generadas en la base de datos 18.
- Aunque no se ilustra, se apreciará que el método también incluye mostrar visualmente al usuario las formas de onda de flujo parásito generadas a través de la interfaz de usuario 20.
- 25 Con referencia ahora a las Figuras 3a y b de los dibujos, donde los diagramas de flujo de otros métodos según la invención se indican de manera general mediante los números de referencia 40 y 45 respectivamente. Los métodos 40 y 45 muestran ampliamente realizaciones de ejemplo de los pasos de análisis realizados por el sistema 10, en particular el módulo de análisis de datos 16 del sistema 10, en los datos de flujo parásito capturados.
- 30 En particular, con referencia a la Figura 3a, el método 40 es para colocar o trazar una lectura de flujo parásito en el gráfico de capacidad. El método 40 incluye determinar, en el bloque 41, el cruce de flujo parásito cero para una forma de onda de flujo parásito generada o medida.
- El método 40 incluye entonces determinar, en el bloque 42, un punto de operación de MW MVA (Megavatio Megavoltio Amperio) para la forma de onda de flujo parásito generada o medida.
- 35 De ello se deduce que el método 40 incluye además trazar, en el bloque 43, el punto determinado en el bloque 42 en un gráfico de capacidad, por ejemplo, un gráfico de capacidad 50 como se ilustra en la Figura 4.
- El método 40 se repite típicamente para lecturas o mediciones posteriores por el sistema 10. Se apreciará que el método 40 determina dónde se ha de colocar la medición particular en el gráfico de capacidad 50.
- 40 Volviendo ahora a la Figura 3b, que muestra el método 45 para detectar automáticamente las líneas de ranura de rotor en el gráfico de capacidad 50. En particular, el método 45 incluye determinar, en el bloque 46, cuándo una medición de flujo parásito está en un cruce de flujo parásito cero que corresponde a una ranura de rotor.
- El método 45 incluye además determinar, en el bloque 47, un punto de operación de MW MVA para esa forma de onda de flujo parásito medida de una forma similar al paso en el bloque 42 de la Figura 3a.
- De ello se deduce, similar al paso en el bloque 43 de la Figura 3a, que el método 45 incluye trazar, en el bloque 48, ese punto determinado en el bloque 47, en el gráfico de capacidad 50.
- 45 El método 45 incluye entonces, trazar, construir o dibujar, en el bloque 49, una línea en el gráfico de capacidad 50 desde MVA/Xq a través del punto de operación de MW MVA asociado con o correspondiente al cruce de flujo parásito cero determinado para la ranura de rotor particular.
- Se apreciará que el método 45 se repite de una forma similar al método 40.
- 50 Se apreciará además que el método 45 determina aquellos puntos en el gráfico de capacidad 50 que corresponden a las ranuras de rotor.
- Se entenderá que las formas de onda de flujo parásito que se aplican al gráfico de capacidad de la máquina se almacenan opcionalmente en la base de datos 18.

Como se ha tratado anteriormente, el sistema 10 está dispuesto para generar una pluralidad de formas de onda de flujo parásito. En particular, el sistema 10 está dispuesto para generar una forma de onda de flujo parásito que indica un cruce de flujo cero como se ilustra en la Figura 5 de los dibujos. La forma de onda ilustrada en la Figura 5 está en forma gráfica indicada por el número de referencia 52 con la magnitud de flujo parásito en el eje vertical y la fase relativa en el eje horizontal. Se apreciará que el flujo de entrehierro se calcula integrando la señal de flujo parásito capturada.

El gráfico 52 muestra el flujo parásito de las ranuras adelantadas y atrasadas numeradas en secuencia. El gráfico 52 también muestra el flujo de entrehierro y sus cruces cero asociados. Se debe observar que el gráfico 52 es para una máquina 12 de dos polos.

También generados por el sistema 10 están los gráficos de comparación entre el flujo parásito de los polos ((A y B) y (C y D en el caso de una máquina 12 de cuatro polos)) capturado para cada ranura. A este respecto, volvemos a las Figuras 6 y 7 de los dibujos. La Figura 7 muestra un gráfico generado por el sistema 10 para una máquina 12 de dos polos con polos A y B en el que se ilustra gráficamente la superposición de las ranuras adelantadas del polo A y del polo B. Se observará que cada ranura está numerada. La forma de onda para cada polo A y B se indica en un color separado o en un formato de línea diferente, por ejemplo, una línea continua y una línea discontinua. El cruce de flujo parásito cero también se indica en el gráfico.

Con referencia a las Figuras 8 y 9 de los dibujos, un gráfico comparativo de las ranuras correspondientes para las ranuras de polos atrasadas de cada polo también se genera por el sistema 10, una realización de ejemplo del cual se muestra en la Figura 9. En particular, la Figura 9 muestra gráficos generados por el sistema 10 que ilustran, gráficamente, una superposición de las ranuras atrasadas del polo A y del polo B de una máquina 12 de dos polos. Se entenderá que, para una máquina 12 de cuatro polos, también se ilustraría una superposición adicional de ranuras atrasadas de los polos C y D. Cada ranura está numerada y la forma de onda de cada polo se indica en un color separado o en un formato de línea diferente como se ha descrito anteriormente.

Con referencia a la Figura 10, el sistema 10 también está dispuesto para generar un gráfico comparativo de los pares de bobinas correspondientes del valor valle a pico para las ranuras de polos atrasadas de cada polo, una realización de ejemplo de cuyo gráfico se muestra en la Figura 10. En particular, el gráfico generado en la Figura 10 ilustra gráficamente una superposición del valor valle a pico para las ranuras atrasadas del polo A y del polo B para una máquina 12 de dos polos. Los valores para cada polo A y B se superponen uno en otro. Como era de esperar, la forma de onda de cada polo se indica en un color o formato de línea separado.

Volviendo ahora a las Figuras 11 y 12 de los dibujos, el sistema 10 es operable además para generar un gráfico comparativo del par de bobinas correspondiente para las ranuras de polos adelantadas y atrasadas de cada polo, como se muestra en la Figura 12. En particular, el gráfico generado mostrado en la Figura 12 ilustra gráficamente una superposición de las ranuras adelantadas y atrasadas del polo A y el polo B de una máquina 12 de dos polos. Cada ranura está numerada y se indica el cruce de flujo parásito cero. La forma de onda de cada polo también se indica en un color o formato de línea separado.

A partir de la Figura 13, se observará que el sistema 10 está dispuesto además convenientemente para generar un gráfico comparativo de los pares de bobinas correspondientes del valor valle a pico para las ranuras de polos adelantadas y atrasadas de cada polo. El gráfico generado ilustrado en la Figura 13 muestra gráficamente la superposición del valor valle a pico para las ranuras adelantadas y atrasadas del polo A y del polo B para una máquina 12 de dos polos. Los valores para cada polo se superponen uno en otro. El cruce de flujo parásito cero se indica en el gráfico y la forma de onda para cada polo se indica en un color o formato de línea separado.

Con referencia ahora a las Figuras 14 y 15 de los dibujos, el sistema 10 está dispuesto para generar un gráfico del promedio del valor absoluto del valor valle a pico de las ranuras adelantadas y atrasadas para cada par de bobinas como se muestra en Figura 15. El gráfico generado mostrado en la Figura 15 ilustra gráficamente el promedio del valor absoluto del valor valle a pico de las ranuras adelantadas y atrasadas para cada par de polos para una máquina 12 de dos polos. Se observará que las formas de onda se superponen para el polo A y el polo B. La forma de onda de cada polo se indica en un color o formato de línea separado.

En una realización de ejemplo, el sistema 10 está dispuesto para calcular el promedio del valor absoluto aplicando la siguiente ecuación:

$$ValueM(n) = \frac{ABS(LeadingValuePoleM(n)) + ABS(LaggingValuePoleM(n))}{2}$$

donde n es el número de ranuras y M es el polo (A o B).

Con referencia a las Figuras 16 y 17 de los dibujos, el sistema 10 es operable para generar un gráfico del promedio del valor absoluto del valor valle a pico de las ranuras adelantadas y atrasadas del par de bobinas de polos opuestos, como se ilustra en la Figura 17. En particular, el gráfico generado como se ilustra en la Figura 17 ilustra

gráficamente el promedio del valor absoluto del valor valle a pico de las ranuras adelantadas y atrasadas del par de bobinas de polos opuestos de una máquina 12 de dos polos. Los gráficos están convenientemente superpuestos para el polo A y el polo B. También, la forma de onda de cada polo se indica en un color o formato de línea separado.

- 5 En una realización de ejemplo, el sistema 10 está dispuesto para calcular los promedios de los valores absolutos aplicando las siguientes ecuaciones:

$$ValueMP(n) = \frac{ABS(LeadingValuePoleM(n)) + ABS(LaggingValuePoleP(n))}{2}$$

$$ValuePM(n) = \frac{ABS(LeadingValuePoleP(n)) + ABS(LaggingValuePoleM(n))}{2}$$

donde n es el número de ranuras, M es el primer polo (A o B), P es el polo (A o B) opuesto.

- 10 En una realización de ejemplo, la información usada por el sistema 10 para generar los gráficos mostrados en las Figuras 7, 9, 10, 12, 13, 15 y 17 se deriva de los datos usados para generar el gráfico ilustrado en la Figura 5.

La invención, como se ha descrito anteriormente, permite que el flujo parásito de una máquina sea analizado convenientemente. El sistema como se ha descrito anteriormente, permite ventajosamente que una instantánea de la forma de onda de flujo parásito sea capturada, y que múltiples formas de onda de flujo parásito en tiempos predefinidos y en cargas predefinidas sean capturadas. El sistema tiene los datos de flujo parásito capturados como parte del procedimiento de prueba almacenados en la base de datos, cuyos datos están disponibles para acceso en cualquier momento por un usuario. La disponibilidad de todos los datos de flujo parásito capturados permite que se muestren múltiples pruebas a la vez. También usando datos almacenados de pruebas anteriores, se determinan convenientemente las características de tendencia del flujo parásito de una máquina. También, siendo capaces de recibir información con respecto a una máquina a ser probada, el sistema, como se ha descrito anteriormente, puede configurarse automáticamente a sí mismo para operar para cualquier máquina como se ha descrito anteriormente.

15

20

REIVINDICACIONES

1. Un método (30) de procesamiento de datos de flujo parásito asociados con una máquina eléctrica síncrona (12) por medio de un sistema (10) que comprende un módulo de captura de datos (14), un módulo de análisis de datos (16) y una base de datos (18), el método que comprende:
- 5 capturar, por el módulo de captura de datos (14), datos de flujo parásito de la máquina eléctrica síncrona (12) de la puesta en servicio o detención de la máquina eléctrica síncrona (12);
- generar, por el módulo de análisis de datos (16), una forma de onda de flujo parásito usando al menos los datos de flujo parásito capturados;
- 10 analizar, mediante el módulo de análisis de datos (16), la forma de onda de flujo parásito generado y los datos de flujo parásito capturados que comprenden:
- determinar un gráfico de capacidad asociado con la máquina eléctrica síncrona (12);
- determinar los cruces de flujo cero del rotor a partir de al menos la forma de onda de flujo parásito, los cruces de flujo cero del rotor que son aquellos puntos en los que la sensibilidad del flujo está en un nivel máximo;
- aplicar los cruces de flujo cero del rotor al gráfico de capacidad; y
- 15 trazar los cruces de flujo cero del rotor en el gráfico de capacidad;
- almacenar la forma de onda de flujo parásito generada y los datos de flujo parásito capturados en la base de datos (18);
- determinar, mediante el módulo de análisis de datos (16), cuándo los datos de flujo parásito capturados o la forma de onda de flujo parásito generada es un cruce de flujo parásito cero que corresponde a una ranura de rotor particular;
- 20 determinar, mediante el módulo de análisis de datos (16), un punto de operación de Megavatio Megavoltio Amperio, MW MVA, para la forma de onda de flujo parásito generada asociada con el cruce de flujo parásito cero determinado que corresponde a la ranura de rotor particular;
- trazar, mediante el módulo de análisis de datos (16), el punto de operación de MW MVA determinado en el gráfico de capacidad;
- 25 trazar, mediante el módulo de análisis de datos (16), una línea en el gráfico de capacidad a partir de un origen de línea de cruce de flujo parásito cero del rotor a través del punto de operación de MW MVA determinado trazado asociado con el cruce de flujo parásito cero determinado que corresponde a esa ranura de rotor particular;
- 30 determinar, mediante el módulo de análisis de datos (16), la información de la ranura de rotor, la información de la ranura de rotor que es indicativa de ranuras de rotor adelantadas y atrasadas;
- determinar, mediante el módulo de análisis de datos (16), el número de espiras en cortocircuito en un par de bobinas de polos adelantadas y atrasadas particular; y
- determinar, mediante el módulo de análisis de datos (16), si están presentes fallos entre espiras simétricas en un rotor de la máquina (12) a partir de la información de ranura de rotor.
- 35 2. El método (30) según la reivindicación 1, en donde la determinación del gráfico de capacidad comprende:
- determinar cruces de flujo parásito cero en la puesta en servicio o detención de la máquina eléctrica síncrona (12);
- capturar datos indicativos de la potencia real y reactiva de la máquina eléctrica síncrona (12) para cada cruce de flujo parásito cero determinado; y
- 40 generar el gráfico de capacidad usando al menos los datos capturados indicativos de las potencias reales y reactivas y los cruces de flujo parásito cero determinados.
3. El método (30) según o bien la reivindicación 1 o bien la reivindicación 2, el método que comprende además:
- determinar los cruces de flujo parásito cero para la forma de onda de flujo parásito generada;
- determinar un punto de operación de MW MVA para la forma de onda de flujo parásito generada; y
- 45 trazar el punto de operación determinado en el gráfico de capacidad.

4. El método (30) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, el método que comprende además generar automáticamente líneas de ranuras de rotor en el gráfico de capacidad.
5. El método (30) según la reivindicación 1, el método que comprende determinar los cruces de flujo parásito cero del rotor a partir de datos de diseño de la máquina y/o de los datos de flujo parásito capturados.
- 5 6. El método (30) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, el método que comprende:
- capturar datos de flujo parásito automáticamente cada vez que un cero de flujo de entrehierro de la máquina pasa a través de una ranura;
 - capturar datos de flujo parásito manualmente según se desee;
 - capturar datos de flujo parásito a intervalos predeterminados; y
- 10 tender a cualquier cambio en el flujo parásito asociado con la máquina entre capturas de datos usando al menos los datos de flujo parásito almacenados en la base de datos (18).
7. Un sistema (10) para procesar el flujo parásito asociado con una máquina eléctrica síncrona (12), el sistema que comprende:
- 15 un módulo de captura de datos (14) dispuesto para interactuar con la máquina eléctrica síncrona (12) por medio de sondas de flujo radiales y/o tangenciales para capturar datos de flujo parásito de la máquina eléctrica síncrona (12) en la puesta en servicio o detención de la máquina eléctrica síncrona (12);
- un módulo de análisis de datos (16) operable para:
- usar los datos de flujo parásito capturados por el módulo de captura de datos (14) al menos para:
 - generar una forma de onda de flujo parásito; y
- 20 analizar la forma de onda de flujo parásito y los datos de flujo parásito capturados;
- al menos generar tablas, listas o información similar a partir de los datos de flujo parásito capturados;
- determinar un gráfico de capacidad asociado con la máquina eléctrica síncrona (12);
- determinar los cruces de flujo cero del rotor a partir de al menos la forma de onda de flujo parásito, los cruces de flujo cero del rotor que son aquellos puntos en los que la sensibilidad de flujo está en un nivel máximo;
- 25 aplicar los cruces de flujo cero del rotor al gráfico de capacidad;
- trazar los cruces de flujo cero del rotor en el gráfico de capacidad, y
- tender a cualquier cambio en el flujo parásito asociado con la máquina eléctrica síncrona (12) entre capturas de datos usando al menos los datos de flujo parásito almacenados en la base de datos (18), en donde el módulo de análisis de datos (16) está dispuesto para detectar líneas de ranuras de rotor en el gráfico de capacidad:
- 30 determinando cuándo los datos de flujo parásito capturados o la forma de onda de flujo parásito generada están en un cruce de flujo parásito cero que corresponde a una ranura de rotor particular;
- determinando un punto de operación de MW MVA para la forma de onda de flujo parásito generada asociada con el cruce de flujo parásito cero determinado que corresponde a la ranura de rotor particular;
- trazando el punto de operación de MW MVA determinado en el gráfico de capacidad; y
- 35 trazando una línea en el gráfico de capacidad, desde un origen de línea de cruce de flujo parásito cero de ranura del rotor a través del punto de operación de MW MVA determinado trazado asociado con el cruce de flujo parásito cero determinado que corresponde a esa ranura del rotor en particular;
- en donde el módulo de análisis de datos (16) está dispuesto además para:
- 40 determinar información de ranura de rotor, la información de ranura de rotor que es indicativa de las ranuras de rotor adelantadas y atrasadas;
- determinar el número de espiras en cortocircuito en un par de bobinas de polos adelantadas y atrasadas particular; y
- determinar si están presentes fallos entre espiras simétricas en un rotor de la máquina (12) a partir de la información de ranura de rotor;

una base de datos (18) operable para almacenar al menos las formas de onda de flujo parásito generadas y los datos de flujo parásito capturados; y

una interfaz de usuario (20) que está dispuesta al menos para mostrar las formas de onda de flujo parásito generadas y los datos determinados por el módulo de análisis de datos (16).

- 5 8. El sistema (10) según la reivindicación 7, en donde el módulo de análisis de datos (16) está dispuesto para:
- determinar los cruces de flujo parásito cero para la forma de onda de flujo parásito generada;
 - determinar un punto de operación de MW MVA para la forma de onda de flujo parásito generada; y
 - trazar el punto de operación determinado en el gráfico de capacidad.

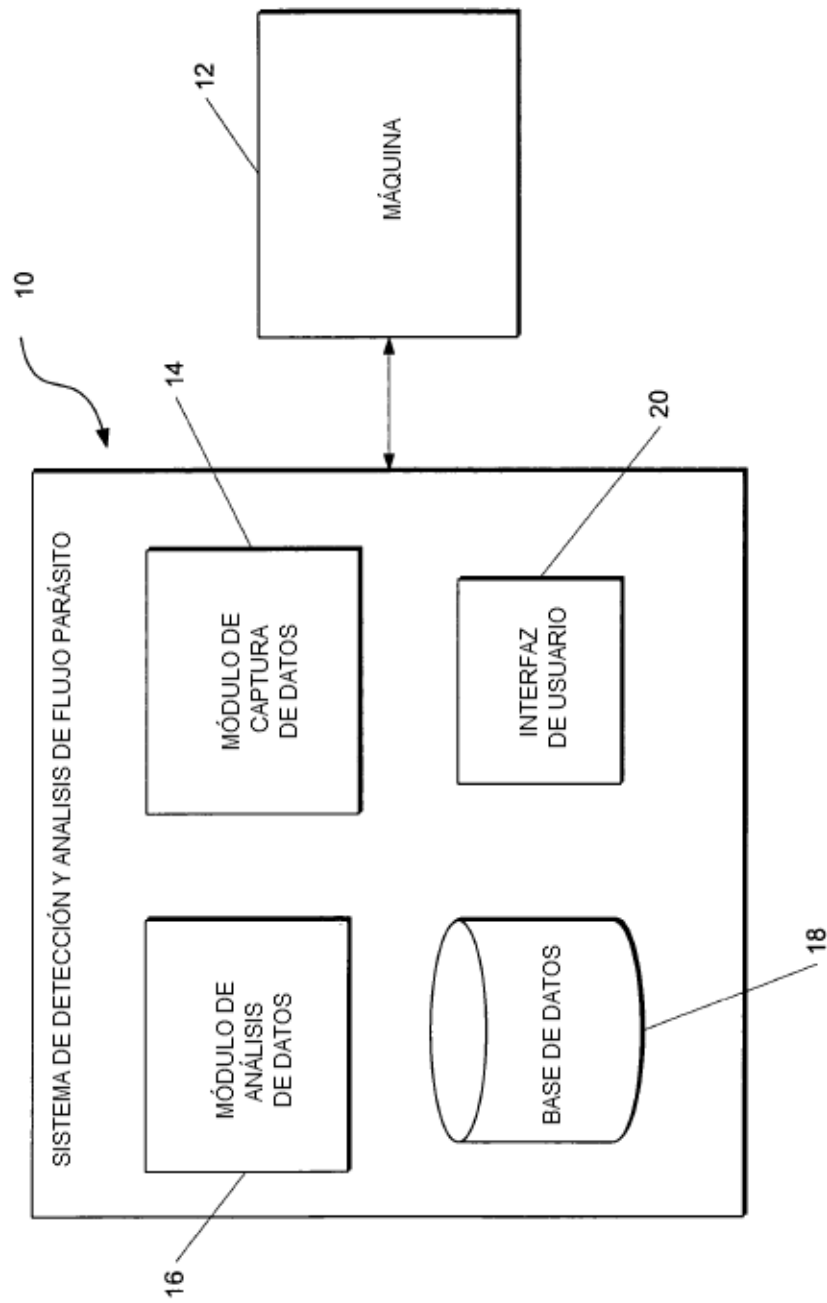


FIGURA 1

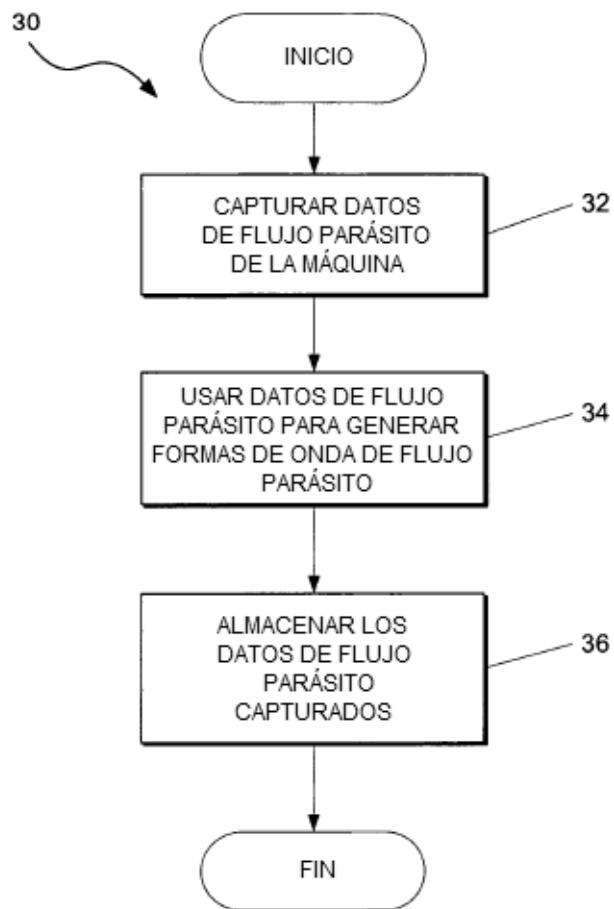
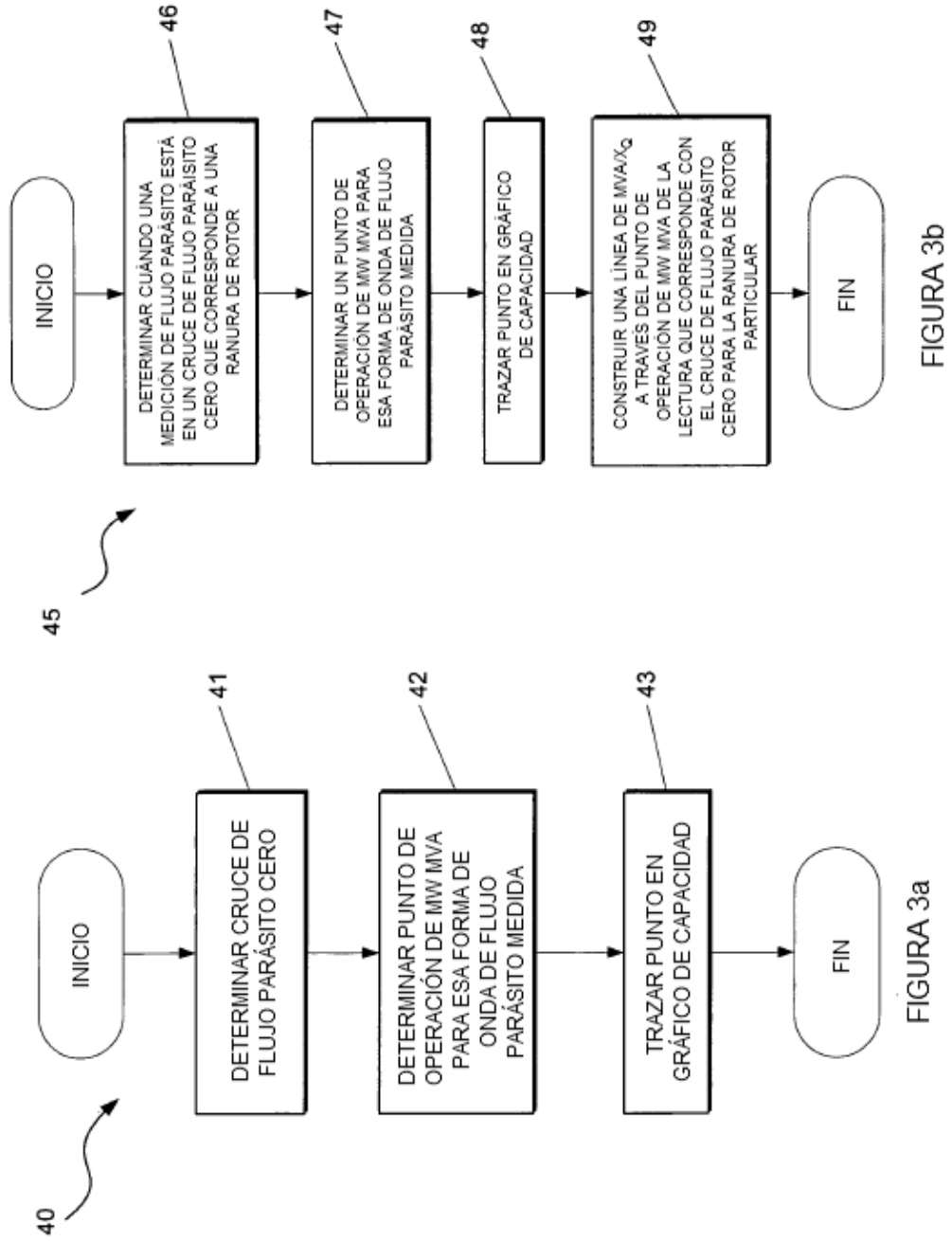


FIGURA 2



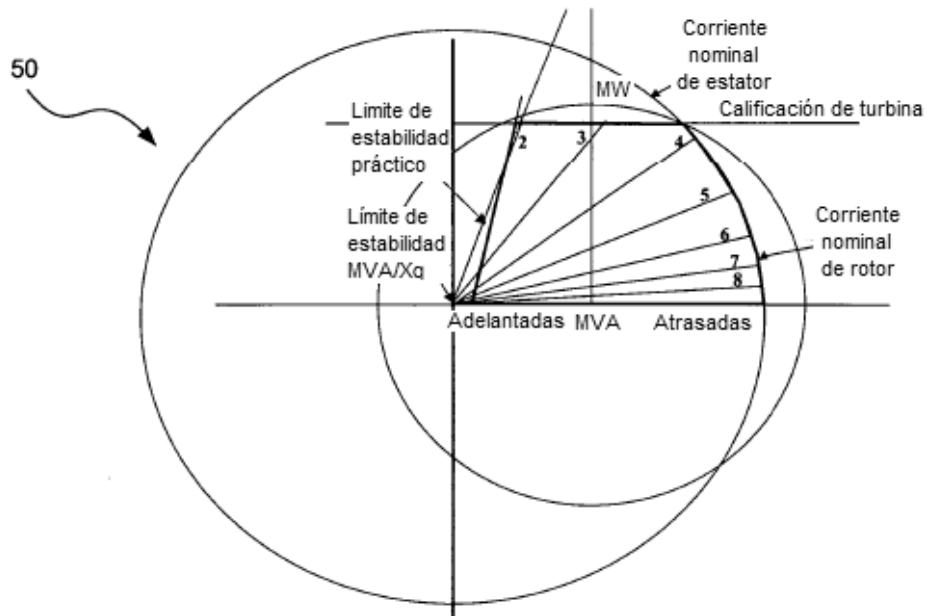


FIGURA 4

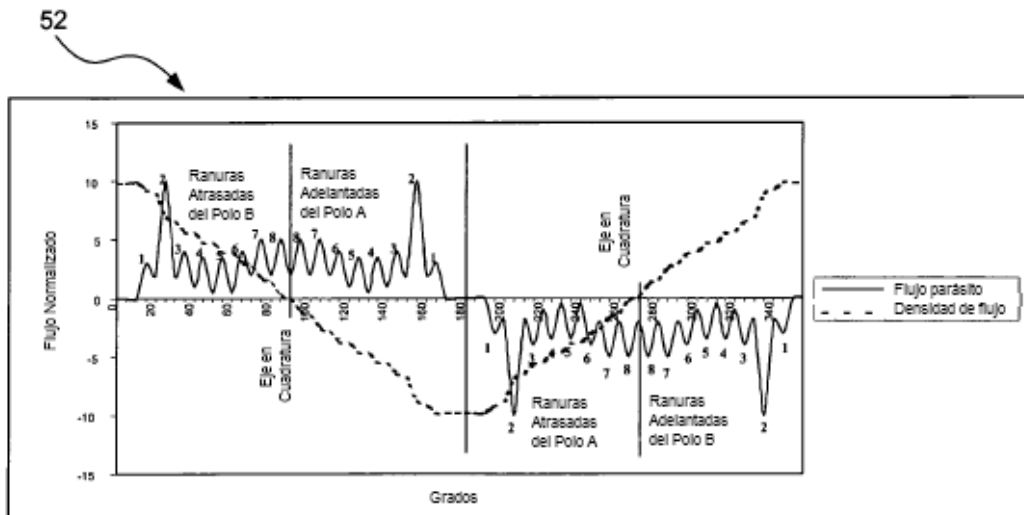


FIGURA 5

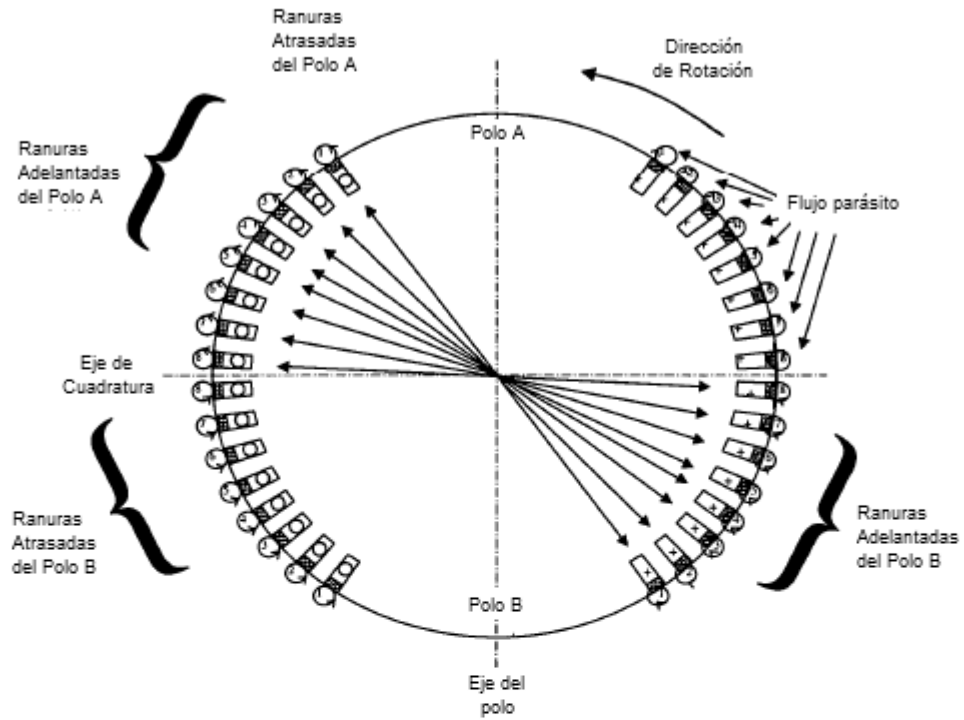


FIGURA 6

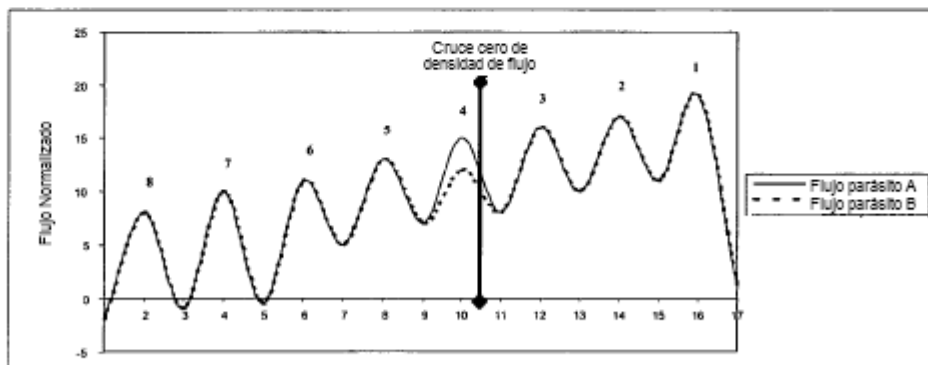


FIGURA 7

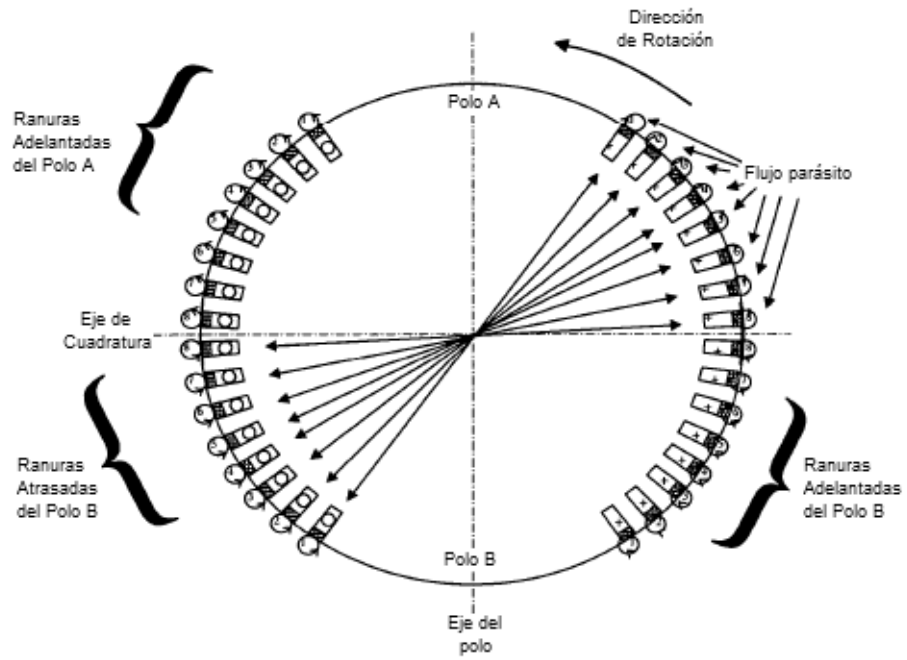


FIGURA 8

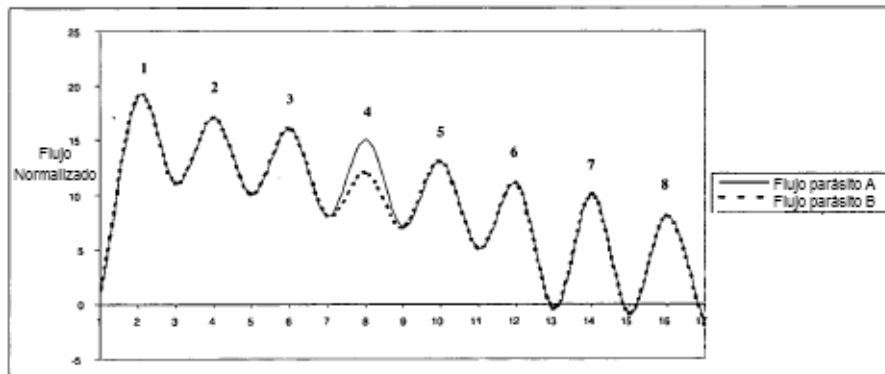


FIGURA 9

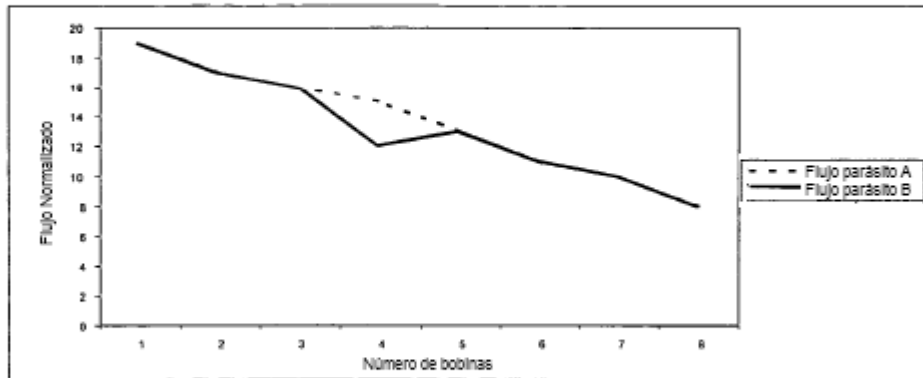


FIGURA 10

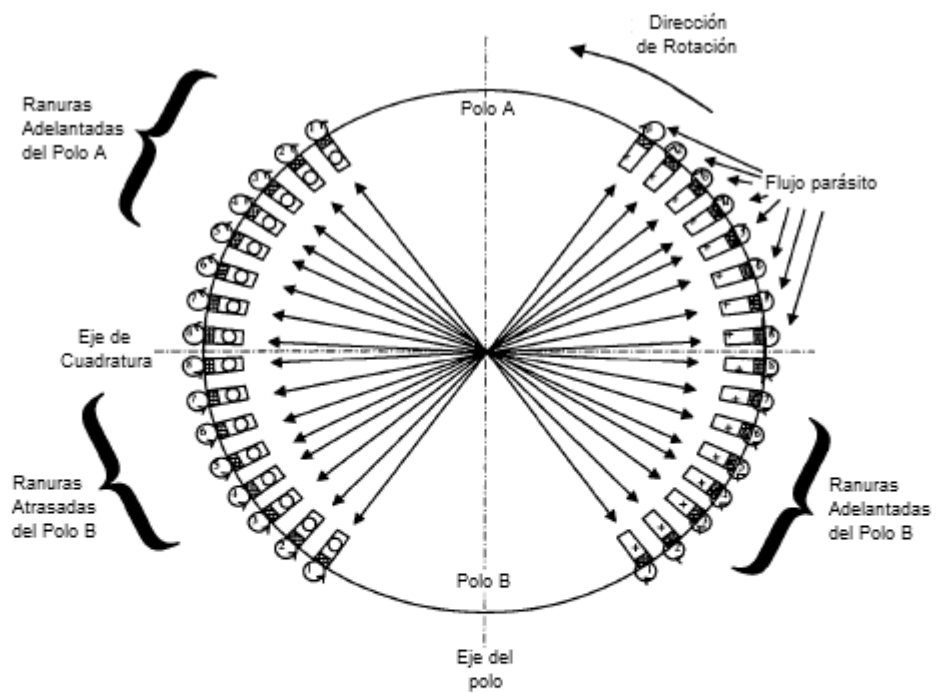


FIGURA 11

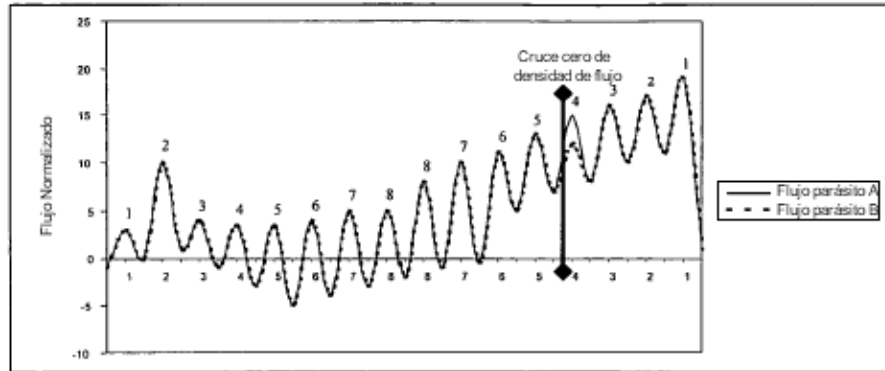


FIGURA 12

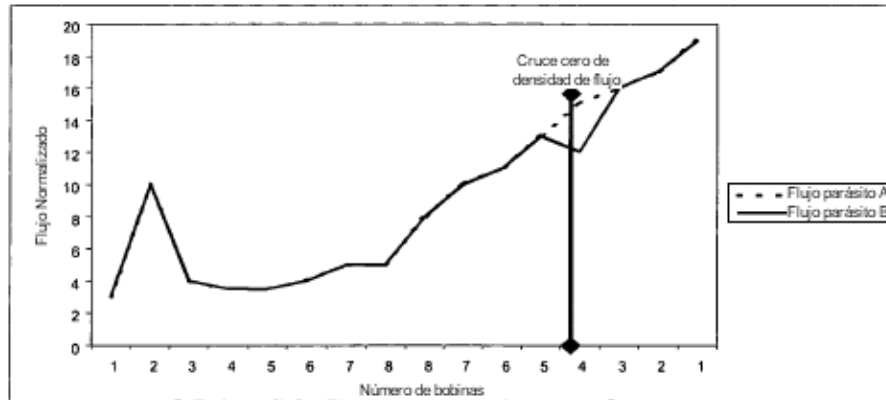


FIGURA 13

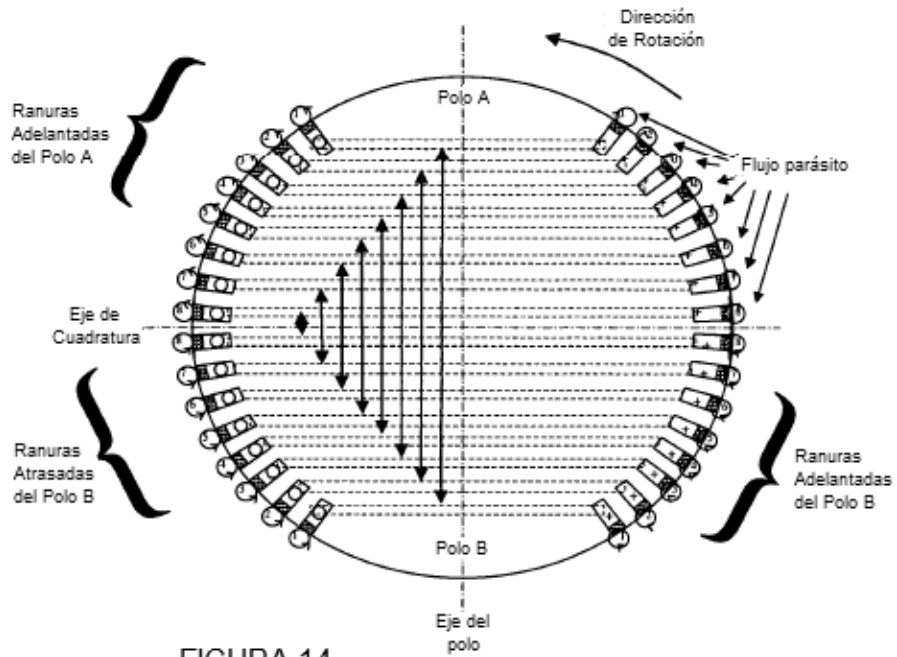


FIGURA 14

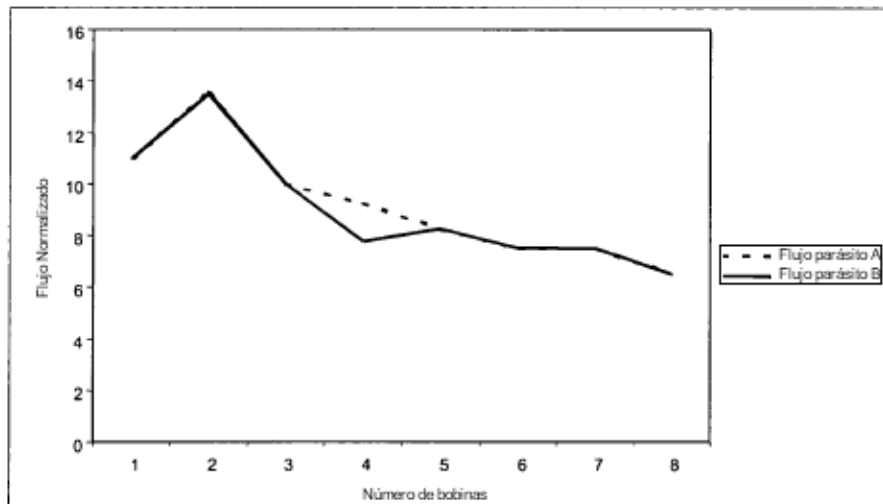


FIGURA 15

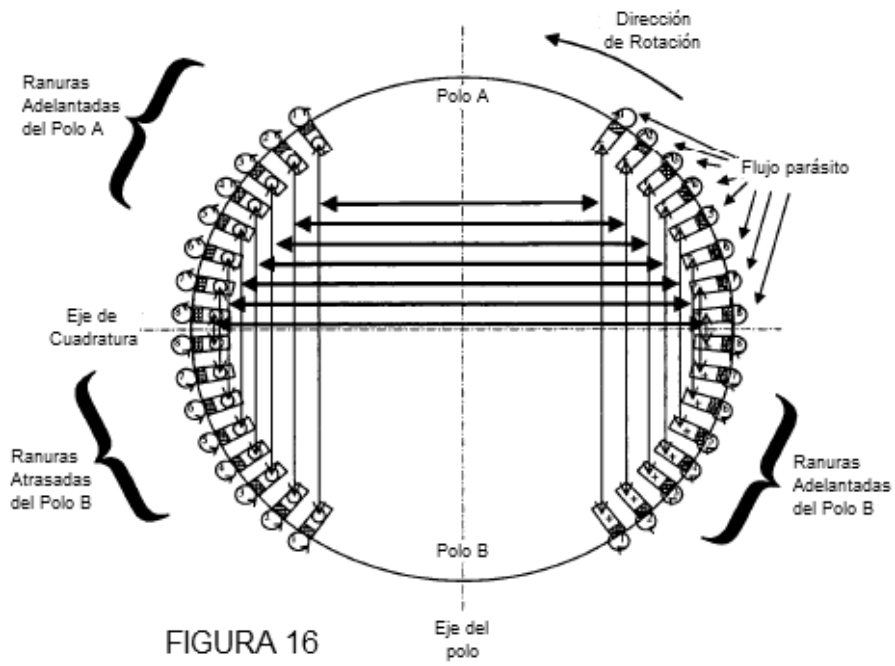


FIGURA 16

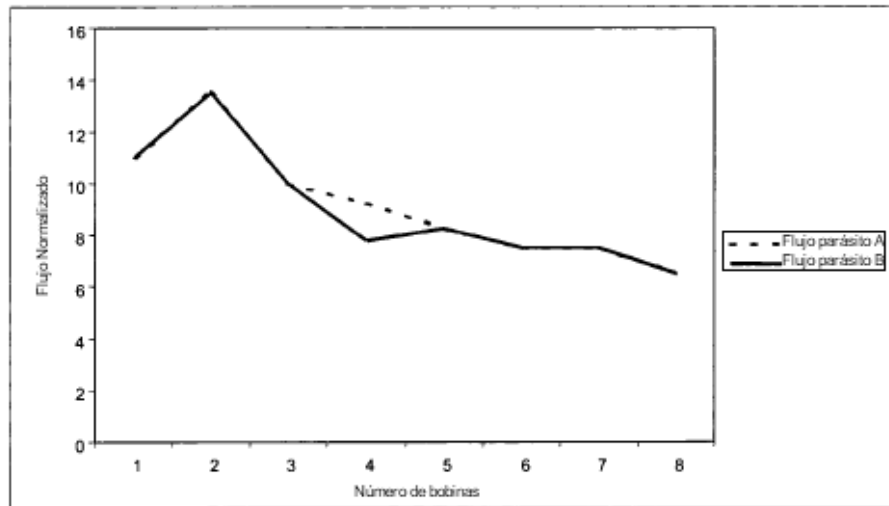


FIGURA 17