

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 454 018**

51 Int. Cl.:

H02H 7/085 (2006.01)

H02H 3/42 (2006.01)

H02H 3/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.12.2003 E 03028107 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2014 EP 1427082**

54 Título: **Procedimiento y aparato de detección de los fallos internos del motor en una máquina de inducción**

30 Prioridad:

05.12.2002 US 65975

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

09.04.2014

73 Titular/es:

**EATON CORPORATION (100.0%)
EATON CENTER, 1111 SUPERIOR AVENUE
CLEVELAND, OHIO 44114-2584, US**

72 Inventor/es:

HABETLER, THOMAS GERARD

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 454 018 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

Procedimiento y aparato de detección de los fallos internos del motor en una máquina de inducción

5 Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere globalmente a la supervisión de una máquina de inducción y, más particularmente, a un procedimiento y un aparato para la determinación de la información de fallos del motor en una máquina de inducción.

10 Los motores eléctricos, tales como los motores de inducción de corriente alterna de tres fases, se utilizan en una variedad de entornos comerciales e industriales. Sistemas de refrigeración, prensas de impresión, líneas de montaje y una miríada de otras aplicaciones utilizan motores de este tipo. Sin tener en cuenta la aplicación, la detección a tiempo de un fallo del motor es de la máxima importancia. Generalmente, un fallo del motor no se detecta hasta una ruptura completa del motor eléctrico, creando, de ese modo, una situación la que se unen un coste indebido, retrasos por el tiempo de averías y reparaciones, así como, condiciones de riesgo potencial. Como resultado, es necesario detectar eficaz y eficientemente un fallo del motor.

20 Es deseable determinar cuándo una máquina de inducción tal como un motor o un generador está experimentando un problema mecánico o eléctrico antes de que ocurra un fallo total. Una serie de problemas pueden conducir a la avería o a un fallo prematuro de una máquina de inducción. Por ejemplo, desequilibrios eléctricos, desalineación, espacios de aire y desequilibrio del rotor pueden conducir a un funcionamiento inapropiado de la máquina de inducción. Otros problemas pueden aparecer como resultado de un defecto que sea interno a la máquina tal como un fallo de rodamientos, defectos materiales estructurales introducidos en la máquina durante la fabricación y sobrecalentamiento.

30 Los sistemas de supervisión de motores típicos supervisan la potencia real de una máquina de inducción como un indicador de la salud/condición del motor y su carga accionada. Sin embargo, la potencia real distribuida a una máquina de inducción o a un motor depende de factores externos o consideraciones fuera del propio motor. La inspección de la potencia real distribuida a la máquina de inducción a menudo se hace para determinar condiciones de fallos atribuibles a la carga en la máquina así como a la propia máquina. Por ejemplo, la supervisión del espectro de la frecuencia de la potencia real de la máquina de inducción para armónicos inesperados o perturbaciones a armónicos esperados proporcionaría información de fallos asociados con una combinación de la carga y el motor. Sin embargo, los armónicos en el espectro de la frecuencia de la potencia real se consideran que son un mejor indicador de los fallos de la carga que de los fallos internos del motor. Como tal, es difícil discernir fallos atribuibles al propio motor frente a aquellos fallos atribuidos a la carga o al moto propulsor.

40 Por consiguiente, han sido desarrollados una serie de procedimientos para distinguir entre un fallo interno del motor y un fallo atribuible a la carga de la máquina. Un procedimiento de este tipo utiliza valores de la corriente y de la tensión en las tres fases de una máquina de inducción para estimar la corriente la cual no está sustancialmente afectada por los efectos del momento de torsión de la carga de la máquina. Este procedimiento compara un valor de la corriente estimado con un valor de la corriente real para determinar si está presente un fallo. Como tal, es necesario un modelo del funcionamiento de la máquina de inducción, o alternativamente, generar un conjunto de valores fundamentales que sean comunes a más de una máquina de inducción. Sin embargo, la generación de valores fundamentales que no sean particulares para una máquina determinada no logra tener en cuenta los matices en el funcionamiento de cada máquina lo cual puede conducir a una detección impropia o falsa de condiciones de fallo. Adicionalmente, este procedimiento requiere el cálculo del acoplamiento inductivo en el motor el cual incrementa la complejidad así como el coste del sistema de supervisión de las condiciones.

50 Por lo tanto sería deseable diseñar un sistema más eficaz para discernir un fallo interno del motor en una máquina de inducción.

55 Se dirige la atención hacia el documento EP 0 698 795 el cual describe un procedimiento para la determinación del comportamiento eléctrico y mecánico de un sistema de motor eléctrico polifásico que comprende la detección de la señal de la corriente instantánea y la señal de la tensión instantánea como una función del tiempo para por lo menos una fase eléctrica del motor. Las señales de la corriente detectadas y las señales de la tensión detectadas son ambas procesadas para proporcionar un factor de la potencia instantánea de por lo menos una fase eléctrica del motor como una función del tiempo. El factor de la potencia resultante se utiliza para determinar la potencia real total y la potencia reactiva total del motor como una función del tiempo. Las señales de la potencia real total y de la potencia reactiva total son de ancho de banda limitado y de tiempo limitado. La potencia real total filtrada y limitada en el tiempo es entonces representada de forma cruzada como una función de la señal de potencia reactiva total filtrada y limitada en el tiempo, generando un diagrama del comportamiento del funcionamiento. Las características del comportamiento mecánico son entonces extrapoladas a partir del diagrama de comportamiento durante el funcionamiento.

65

Breve descripción de la invención

5 Según la presente invención se proporcionan un procedimiento y un aparato como se establece en las reivindicaciones independientes. Formas de realización preferidas de la invención se describen en las reivindicaciones subordinadas.

10 La presente invención se dirige a un sistema de supervisión de las condiciones para la determinación de un fallo interno del motor en una máquina de inducción que supera las desventajas mencionadas antes en este documento. De acuerdo con ello, datos de la tensión y de la corriente son obtenidos a partir de la máquina de inducción en funcionamiento. A partir de los datos de la tensión y de la corriente, se calculan las tensiones en los ejes "d" y "q" y las corrientes "d" y "q". Las tensiones y las corrientes en los ejes sufren entonces una transformación de marco de referencia. A partir de los valores transformados de la tensión de la corriente, se determina la potencia reactiva instantánea y real instantánea distribuida a la máquina de inducción. Una inspección del espectro de la frecuencia de la potencia real instantánea así como de la potencia reactiva instantánea se utiliza entonces para averiguar información de fallos de la carga y del motor. Específicamente un análisis del espectro de la frecuencia de la potencia reactiva instantánea proporciona una indicación de un fallo interno del motor mientras el espectro de la frecuencia de la potencia real instantánea proveerá una indicación de fallos del moto propulsor o la carga.

20 Por lo tanto, según un aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento de identificación de la información de fallos de la carga y del motor en un sistema de supervisión de las condiciones. El procedimiento incluye la etapa de simultáneamente tomar muestras de datos de la tensión y de la corriente de una máquina de inducción en funcionamiento. Un indicador de la potencia reactiva se determina entonces a partir de una parte de los datos de la tensión y de la corriente de muestra. El procedimiento adicionalmente incluye la etapa de la determinación de un fallo interno del motor utilizando el indicador de la potencia reactiva.

30 Según una forma de realización de la presente invención, un sistema de supervisión del motor de inducción incluye por lo menos un sensor de la tensión y por lo menos un sensor de la corriente así como un control conectado al por lo menos un sensor de la tensión y el por lo menos un sensor de la corriente. El control está configurado para recibir los datos de la tensión y de la corriente a partir del por lo menos un sensor de la tensión y el por lo menos un sensor de la corriente y determinar la potencia reactiva instantánea a partir de los datos de la tensión y de la corriente. El control está adicionalmente configurado para generar un espectro de la frecuencia para la potencia reactiva instantánea y determinar un fallo del motor a partir de por lo menos el espectro de la frecuencia.

35 Según todavía otra forma de realización de la presente invención, se proporciona un aparato para distinguir entre un fallo del motor y un fallo de la carga en un motor de inducción de corriente alterna. El aparato incluye por lo menos dos sensores para obtener por lo menos dos señales de la corriente del motor de corriente alterna y por lo menos dos sensores de tensión para obtener por lo menos dos señales de la tensión del motor de corriente alterna. Un convertidor de analógico a digital está provisto para convertir las por lo menos dos señales del motor de corriente alterna a señales de la corriente digitalizadas y las por lo menos dos señales de la tensión del motor de corriente alterna a señales de la tensión digitalizadas. El aparato adicionalmente incluye un microprocesador para recibir las señales digitalizadas y comparar los valores de la potencia reactiva instantánea a un conjunto de valores fundamentales de la potencia reactiva para determinar un fallo del motor en el motor.

45 La presente invención puede ser implantada tanto con equipo como con software. Como tal, en otro aspecto de la invención, un medio de almacenaje legible por ordenador que tiene un programa de ordenador almacenado en el mismo se utiliza para determinar fallos en un motor de inducción de corriente alterna. El programa de ordenador representa un conjunto de instrucciones que cuando son ejecutadas por un ordenador causa que el ordenador supervise el funcionamiento de un motor de corriente alterna que tiene una carga en el mismo y saber que está funcionando normalmente. El ordenador se hace entonces que determine el funcionamiento fundamental a partir del modelo. El conjunto de instrucciones adicionalmente causan que el ordenador obtenga datos de la tensión en tiempo real de la corriente en tiempo real del motor de corriente alterna en funcionamiento y determine la potencia reactiva del motor de corriente alterna a partir de los datos de la tensión en tiempo real y de la corriente en tiempo real. El ordenador se hace entonces que compare la potencia reactiva con el funcionamiento fundamental y determine a partir de ello la presencia de condiciones de fallo en el motor de corriente alterna.

60 Según otro aspecto de la presente invención, un detector de fallos del motor para un motor de inducción de corriente alterna incluye medios para la obtención de datos de la tensión y de la corriente de un motor de corriente alterna en funcionamiento. El detector adicionalmente incluye medios para la determinación de la potencia reactiva instantánea del motor de corriente alterna a partir de los datos de la tensión y de la corriente. También están provistos medios para la determinación de un fallo interno en el motor de corriente alterna a partir de la potencia reactiva instantánea.

65 Diversas otras características, objetos y ventajas de la presente invención se pondrán de manifiesto a partir de la siguiente descripción detallada y los dibujos.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos ilustran una forma de realización preferida actualmente contemplada para llevar a cabo la invención.

5 En los dibujos:

La figura 1 es un dibujo esquemático de un sistema de supervisión de una máquina de inducción según la presente invención.

10 La figura 2 es un diagrama de bloques de un esquema de detección de fallos utilizado con el sistema de supervisión de la máquina de inducción representado en la figura 1.

Descripción detallada

15 El entorno de funcionamiento de la presente invención se describirá con respecto a un motor eléctrico de inducción de corriente alterna de tres fases como se representa en la figura 1. Sin embargo, se apreciará que la presente invención es aplicable de forma equivalente para utilizarla con motores de corriente alterna de una sola fase o de otras poli fases así como otros tipos de motores eléctricos.

20 Un detector de fallos del motor que incorpora un esquema de detección de fallos según la presente invención se ilustra en las figuras 1 - 2. Con referencia a la figura 1, un sistema de detección de fallos del motor 10 incluye un suministro de energía 12 conectado a un motor eléctrico 14 a través de líneas de transmisión 16a, 16b y 16c. El sistema 10 adicionalmente incluye un ordenador de propósito general 18 que tiene un convertidor de analógico a digital (convertidor A/D) 20 para supervisar la corriente y la tensión que están siendo transmitidas al motor eléctrico
 25 14 a través de las líneas de transmisión 16a - 16c. Los sensores o transductores de corriente 22a y 22b obtienen formas de onda de la corriente que viaja hacia el motor 14 y transmiten representaciones de la forma de la onda al convertidor A/D 20 a través de líneas de transmisión 24a, 24b. Sensores o transductores de tensión 26a y 26b obtienen representaciones de la forma de onda de la tensión suministrada al motor 14 y transmiten las representaciones de la forma de la onda al convertidor A/D 20 a través de líneas de transmisión 28a, 28b. El
 30 convertidor A/D 20 recibe las representaciones de la forma de la onda de la corriente y de la tensión y digitaliza cada forma de onda de modo que se pueden obtener fácilmente mediciones de las formas de las ondas. El ordenador 18 tiene un microprocesador 30 que recibe las señales digitalizadas a partir del convertidor A/D 20 y ejecuta un programa de ordenador que causará que el microprocesador 30 analice las señales digitalizadas, como se describirá con referencia a la figura 2.

35 El ordenador 18 incluye un terminal de limitación conectado al microprocesador 30 que cuando está activado permite al usuario del motor de inducción de corriente alterna 14 anular la salida del microprocesador 30. Una anulación de este tipo puede ser útil para retrasar la desconexión y las aplicaciones cruciales en las que el proceso debe continuar sin tener en cuenta un fallo del motor. El microprocesador 30 emite datos de salida al usuario del motor 14
 40 a través de un terminal de salida 34.

Como se describirá con mayor detalle con respecto a la figura 2, la presente invención utiliza una transformación globalmente referida como una transformación del marco de referencia que es globalmente conocida en la técnica. La transformación del marco de referencia es una técnica para la transformación de datos digitales que, a diferencia
 45 de una transformada rápida de Fourier (FFT), permite una transformación continua de datos. A diferencia de la transformación del marco de referencia, varios ciclos de recogida de datos se requieren antes de que sea realizada una transformada rápida de Fourier sobre los datos digitalizados antes de que se obtenga un resultado que se pueda utilizar. Mientras la presente invención será descrita con respecto a la implantación de una transformación del marco de referencia, también puede ser implantada, de forma equivalente, una transformada rápida de Fourier.

50 Con referencia ahora a la figura 2, se representa un proceso 36 para la separación de fallos del motor y de la carga accionada en un motor de inducción de corriente alterna. El proceso 36 puede estar implantado con equipo, software o cualquier combinación de los mismos. Como tal, las etapas del proceso 36, las cuales serán descritas más adelante en este documento, son de forma equivalente las acciones de un programa de ordenador para una
 55 implantación de software o la función de una implantación de equipo específica. El proceso 36 empieza en 38, con la obtención de dos tensiones línea - línea y dos corrientes línea - línea a partir de un motor de inducción de corriente alterna cargado en funcionamiento en 40. A partir de las dos tensiones y corrientes línea - línea, datos de la tensión de dos fases y de la corriente de dos fases son calculados en 42. Los algoritmos para la determinación de las tensiones de dos fases y las corrientes de dos fases son generalmente conocidos y las ecuaciones utilizadas se establecen más adelante en este documento. Específicamente, la tensión en el eje q puede ser definida como sigue:

$$v_q = (2/3) v_{ab} + (1/3) v_{bc} \text{ (Ecuación 1),}$$

en donde v_{ab} es una tensión línea a línea y v_{bc} es otra tensión línea a línea.

65

La tensión en el eje d está definida por:

$$v_d = -[1/\sqrt{3}] v_{bc} \text{ (Ecuación 2).}$$

5 La corriente en el eje q está globalmente referida como el valor de la corriente de una línea de corriente. Como tal, la corriente en el eje q puede ser definida como:

$$i_q = i_a \text{ (Ecuación 3),}$$

10 en donde i_a es igual a una corriente línea a línea.

La corriente en el eje d puede estar definida por:

$$i_d = -[1/\sqrt{3}](i_a + 2i_b) \text{ (Ecuación 4),}$$

15 en donde i_b es el otro valor de la corriente línea a línea.

Como se ha indicado anteriormente, en la forma de realización preferida, se utiliza una transformación del marco de referencia. Como tal, se determina un ángulo de transformación del marco de referencia en 44. El ángulo de transformación es una función de la tensión en el eje q y la tensión en el eje d y puede estar definido por la siguiente ecuación:

$$\theta = \tan^{-1} (-v_d / v_q) \text{ (Ecuación 5).}$$

25 Una vez se determina el ángulo de transformación del marco de referencia en 44, los valores de la corriente y de la tensión son transformados a una referencia giratoria. Los valores de la corriente y de la tensión del marco de referencia se encuentran según las siguientes ecuaciones:

$$v_{q_es} = v_q \cos \theta + v_d \sin \theta \text{ (Ecuación 6);}$$

$$30 \quad i_{q_es} = i_q \cos \theta + i_d \sin \theta \text{ (Ecuación 7);}$$

$$i_{d_es} = i_q \sin \theta - i_d \cos \theta \text{ (Ecuación 8).}$$

35 Puesto que la potencia puede estar definida por el producto de la tensión por la corriente, la presente invención incluye el cálculo de la potencia real instantánea y reactiva instantánea en 48. La potencia real instantánea puede estar definida por:

$$40 \quad p = v_{q_es} i_{q_es} \text{ (Ecuación 9),}$$

y la potencia reactiva instantánea puede estar definida por:

$$q = v_{q_es} i_{d_es} \text{ (Ecuación 10).}$$

45 La potencia real instantánea se puede analizar para determinar un fallo del moto propulsor o de la carga mientras la potencia reactiva instantánea se puede analizar para averiguar la presencia de fallos internos del motor.

Para diferenciar y distinguir entre fallos del moto propulsor y fallos internos del motor, el espectro de la frecuencia de la potencia real instantánea, así como el espectro de la frecuencia de la potencia reactiva instantánea, se determinan en 50 como una indicación de la condición de la carga y del motor, respectivamente. Como tal, el espectro de la frecuencia de la potencia reactiva instantánea puede ser utilizado para indicar globalmente el motor está bien mientras el espectro de la frecuencia de la potencia real instantánea puede ser utilizado como una indicación de que el momento de torsión que está siendo distribuido a la carga así como de la condición del motor. Por lo tanto, para averiguar la condición del motor, se prefiere una inspección del espectro de la frecuencia de la potencia reactiva instantánea. Al analizar el espectro de la frecuencia, se hace una inspección para determinar armónicos o variaciones inesperados en los armónicos esperados. De particular interés son los armónicos relativos a la velocidad de giro de la máquina. Sin embargo, otros armónicos pueden ser examinados para averiguar la información sobre fallos.

60 Para ambas la potencia real instantánea y la potencia reactiva instantánea, se pueden establecer umbrales de tal modo que un control o un ordenador automáticamente desconecte la máquina de inducción si los valores instantáneos exceden de los valores umbrales. Indicadores de precaución o de aviso tales como alarmas audio/visuales también puede ser implantadas en lugar de desconectar automáticamente la máquina de inducción si se exceden los umbrales. Adicionalmente, la presente invención contempla múltiples umbrales de tal modo que el exceder un umbral sea indicativo de un problema potencial, el exceder un umbral más alto pueda ser indicativo de

que el fallo es de tal tipo de la máquina de inducción necesita ser desconectada para mantenimiento o reparación. El proceso de supervisión de la condición entonces concluye en 52.

En una forma de realización alternativa de la presente invención, la máquina de inducción, o el motor, se modela cuando se sabe que está funcionando bajo condiciones normales de buen estado. Como tal, se puede hacer una comparación entre valores determinados de la potencia real instantánea y de la reactiva con valores fundamentales de modelización para determinar la presencia de fallos de la carga e internos del motor así como la extensión de estos fallos con relación al funcionamiento normal de esa máquina específica. Se pueden establecer entonces umbrales específicos para una máquina de inducción.

El espectro de la frecuencia de la potencia reactiva puede incluir armónicos asociados con fallos de la carga o del moto propulsor. Esto es, el espectro de la frecuencia de la potencia reactiva no es exclusivo de los fallos internos del motor. El espectro de la frecuencia de la potencia reactiva sin embargo es un mejor punto de enfoque para la determinación de información específica de fallos del motor relativa al espectro de la frecuencia de la potencia real. Además, la presente invención reduce la información del fallo del moto propulsor suficientemente para proporcionar información útil con respecto a la condición de fallos internos del motor. Una persona experta en la técnica apreciarán que para obtener un espectro de la frecuencia exclusivo de los armónicos del motor se puede requerir un desacoplamiento de la carga en la máquina o cálculos matemáticos adicionales, filtros, o similares, para extraer la información de fallos de la carga del espectro de la frecuencia de la potencia reactiva.

Por lo tanto, según una forma de realización de la presente invención, se proporciona un procedimiento de identificación de la información de fallos de la carga y del motor en un sistema de supervisión de las condiciones. El procedimiento incluye la etapa de simultáneamente tomar datos de muestra de la tensión y de la corriente en una máquina de inducción en funcionamiento. Un indicador de la potencia reactiva se determina entonces a partir de una parte de los datos de muestra de la tensión y de la corriente. El procedimiento adicionalmente incluye la etapa de la determinación de un fallo interno del motor utilizando el indicador de la potencia reactiva.

Según otra forma de realización de la presente invención, un sistema de supervisión del motor de inducción incluye por lo menos un sensor de tensión y por lo menos un sensor de corriente, así como un control conectado al por lo menos un sensor de la tensión y el por lo menos un sensor de la corriente. El control está configurado para recibir datos de la tensión y de la corriente a partir de por lo menos un sensor de la tensión y por lo menos uno de la corriente y determinar la potencia reactiva instantánea a partir de los datos de la tensión y de la corriente. El control adicionalmente está configurado para generar un espectro de la frecuencia para la potencia reactiva instantánea y determinar un fallo del motor a partir de por lo menos el espectro de la frecuencia.

Según todavía una forma de realización adicional de la presente invención, se proporciona un aparato para distinguir entre un fallo del motor y un fallo de la carga en un motor de inducción de corriente alterna. El aparato incluye por lo menos dos sensores de corriente para la obtención de por lo menos dos señales de la corriente del motor de corriente alterna y por lo menos dos sensores de tensión para obtener por lo menos dos señales de la tensión del motor de corriente alterna. Un convertidor de analógico a digital está provisto para convertir las por lo menos dos señales de la corriente del motor de corriente alterna a señales digitalizadas de la corriente y las por lo menos dos señales de la tensión del motor de corriente alterna a señales de la tensión digitalizadas. El aparato adicionalmente incluye un microprocesador para recibir las señales digitalizadas y comparar los valores de la potencia reactiva instantánea con un conjunto de valores fundamentales de la potencia reactiva para determinar un fallo del motor en el motor.

La presente invención puede estar implantada tanto con equipo como con software. Como tal, en otro aspecto de la invención, está provisto un medio de almacenaje legible por ordenador que tiene un programa de ordenador almacenado en el mismo para determinar fallos en un motor de inducción de corriente alterna. El programa de ordenador representa un conjunto de instrucciones que cuando son ejecutadas por un ordenador causan que el ordenador supervise el funcionamiento de un motor de corriente alterna que tiene una carga en el mismo y saber si está funcionando normalmente. El ordenador se hace entonces que determine el funcionamiento fundamental a partir de la modelización. El conjunto de instrucciones adicionalmente causa que el ordenador obtenga los datos de la tensión en tiempo real y de la corriente en tiempo real del motor de corriente alterna en funcionamiento y determine la potencia reactiva del motor de corriente alterna a partir de los datos de la tensión en tiempo real y de la corriente en tiempo real. El ordenador se hace entonces que compare la potencia reactiva con el funcionamiento fundamental y determine a partir de ello la presencia de condiciones de fallos en el motor de corriente alterna.

Según otro aspecto de la presente invención, un detector de fallos del motor para un motor de inducción de corriente alterna incluye medios para la obtención de datos de la tensión y de la corriente de un motor de corriente alterna en funcionamiento. El detector adicionalmente incluye medios para la determinación de la potencia reactiva instantánea a partir del motor de corriente alterna a partir de los datos de la tensión y de la corriente. También están provistos medios para la determinación de un fallo interno en el motor de corriente alterna a partir de la potencia reactiva instantánea.

La presente invención ha sido descrita en términos de la forma de realización preferida y se reconoce que modificaciones, además de aquellas expresamente expuestas, son posibles y quedan dentro del ámbito de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de identificación de información de fallos de la carga y del motor en un sistema de supervisión de las condiciones que comprende las etapas de:
- 5 simultáneamente tomar datos de muestra de la tensión y de la corriente (40) de una máquina de inducción en funcionamiento; caracterizado por la determinación de un indicador de la potencia reactiva (48) a partir de una parte de los datos de muestra de la tensión y de la corriente; y
- 10 la determinación de un fallo interno del motor utilizando el indicador de la potencia reactiva.
2. El procedimiento de la reivindicación 1 adicionalmente comprendiendo las etapas de la determinación de un indicador de la potencia real (48) a partir de otra parte de los datos de muestra de la tensión y de la corriente y la determinación de un fallo de la carga a partir del indicador de la potencia real.
- 15 3. El procedimiento de la reivindicación 2 adicionalmente comprendiendo la etapa de la determinación de un espectro de la frecuencia de la potencia real y un espectro de la frecuencia de la potencia reactiva (50).
- 20 4. El procedimiento de la reivindicación 3 adicionalmente comprendiendo las etapas del análisis del espectro de la frecuencia de la potencia reactiva para determinar un fallo del motor y del análisis del espectro de la frecuencia del indicador de la potencia real para determinar un fallo de la carga.
5. El procedimiento de la reivindicación 4 en el que el fallo de la carga incluye un fallo del moto propulsor.
- 25 6. El procedimiento de la reivindicación 1 adicionalmente comprendiendo las etapas de:
- la determinación de valores de las tensiones de dos fases y de la corriente de dos fases (42) a partir de los datos de muestra de la tensión y de la corriente;
- 30 la determinación de un ángulo de transformación del marco de referencia (44) a partir de los valores de la tensión de dos fases; y
- la transformación de los valores de la corriente de dos fases y de los valores de la tensión de dos fases (46) a una referencia giratoria.
- 35 7. El procedimiento de la reivindicación 1 en el que la potencia reactiva es una potencia reactiva instantánea.
8. Un detector de fallos del motor para un motor de inducción de corriente alterna (14), el detector comprendiendo:
- 40 medios para la obtención de datos de la tensión y de la corriente de un motor de corriente alterna (14) en funcionamiento; y
- 45 medios para la determinación de la potencia reactiva instantánea en el motor de corriente alterna (14) a partir de los datos de la tensión y de la corriente; caracterizado por medios para la determinación de un fallo interno en el motor de corriente alterna (14) a partir de la potencia reactiva instantánea.
9. El detector de la reivindicación 8 en el que los medios para la obtención de los datos de la tensión y de la corriente comprenden por lo menos un sensor de la tensión (26a, 26b) y por lo menos un sensor de la corriente (22a, 22b); y en el que los medios para la determinación de la potencia reactiva instantánea y de un fallo interno comprenden un control (18) conectado al por lo menos un sensor de la tensión(26a, 26b) y al por lo menos un sensor de la corriente (22a, 22b) y configurado para:
- 50 recibir los datos de la tensión y de la corriente a partir del por lo menos un sensor de la tensión (26a, 26b) y el por lo menos un sensor de la corriente (22a, 22b);
- 55 determinar la potencia reactiva instantánea (48) a partir de los datos de la tensión y de la corriente;
- generar un espectro de la frecuencia de la potencia reactiva instantánea (50); y
- 60 determinar un fallo del motor a partir de por lo menos el espectro de la frecuencia.
10. El detector de la reivindicación 9 en el que el por lo menos un sensor de la tensión (26a, 26b) incluye un par de sensores de la tensión (26a, 26b) configurados para obtener tensiones línea - línea de dos fases y un motor de inducción (14) y en el que el por lo menos un sensor de la corriente (22a, 22b) incluye un par de sensores de la
- 65

corriente (22a, 22b) configurados para obtener las corrientes línea - línea de las dos fases del motor de inducción (14) y en el que el control (18) está adicionalmente configurado para determinar los valores de la tensión de dos fases y de la corriente de dos fases (42) a partir de los datos de la tensión y de la corriente.

- 5 11. El detector de la reivindicación 10 en el que el control (18) está adicionalmente configurado para determinar un ángulo de transformación del marco de referencia (44) y aplicar una transformación del marco de referencia para transformar los valores de la tensión de dos fases y de la corriente de dos fases (46) a una referencia giratoria utilizando el ángulo de transformación del marco de referencia.
- 10 12. El detector de la reivindicación 11 en el que el control (18) está adicionalmente configurado para determinar la potencia reactiva instantánea a partir de los valores transformados de la tensión de dos fases y los valores transformados de la corriente de dos fases.
- 15 13. El detector de la reivindicación 12 en el que el control (18) está adicionalmente configurado para determinar un valor de la potencia real instantánea (48) a partir de los valores transformados de la tensión de dos fases y los valores transformados de la corriente de dos fases.
- 20 14. El detector de la reivindicación 8 en el que los medios para la obtención de los datos de la tensión y de la corriente comprenden:
 por lo menos dos sensores de la corriente (22a, 22b) para la obtención de por lo menos dos señales de la corriente del motor de corriente alterna;
 por lo menos dos sensores de la tensión (26a, 26b) para la obtención de por lo menos dos señales de la tensión del motor de corriente alterna; y
 en el que los medios para la determinación de la potencia reactiva instantánea y de un fallo interno comprenden:
 un convertidor de analógico a digital (20) para convertir las por lo menos dos señales de la corriente del motor de corriente alterna a señales digitalizadas de la corriente y las por lo menos dos señales de la tensión del motor de corriente alterna a señales digitalizadas de la tensión; y
 un microprocesador (30) para recibir las señales digitalizadas y comparar los valores de la potencia reactiva instantánea con un conjunto de valores fundamentales de la potencia reactiva para determinar un fallo del motor en el motor.
- 30 15. El detector de la reivindicación 14 en el que el microprocesador (30) calcula un espectro de la frecuencia de los valores de la potencia reactiva instantánea (50) y compara el espectro de la frecuencia con un espectro fundamental de la frecuencia de la potencia reactiva para determinar el fallo del motor.
- 40 16. El detector de la reivindicación 14 en el que el microprocesador (30) aplica una transformación del marco de referencia (46) a las señales digitalizadas antes de calcular los valores de la potencia reactiva instantánea (50).
- 45 17. El detector de la reivindicación 14 en el que el procesador (30) calcula los valores de la potencia real instantánea (48) a partir de las señales digitalizadas y compara los valores de la potencia real instantánea con un conjunto de valores fundamentales de la potencia real para determinar un fallo del moto propulsor en el motor de corriente alterna (14).
- 50 18. El detector de la reivindicación 17 en el que el procesador (30) calcula un espectro de la frecuencia de los valores de la potencia real instantánea (50) y compara el espectro de la frecuencia con un espectro fundamental de la frecuencia de la potencia real para determinar el fallo del moto propulsor.
- 55 19. Un medio de almacenaje legible por ordenador que tiene un programa de ordenador almacenado en el mismo para determinar fallos en un motor de inducción de corriente alterna (14) y que representa un conjunto de instrucciones que cuando son ejecutadas por un ordenador causan que el ordenador:
 modele el funcionamiento de un motor de corriente alterna provisto de una carga en el mismo y que se sepa que funciona normalmente y determine el funcionamiento fundamental a partir del mismo;
- 60 obtenga datos de la tensión en tiempo real y de la corriente en tiempo real (40) del motor de corriente alterna (14) en funcionamiento;
- determine la potencia reactiva (48) del motor de corriente alterna (14) a partir de los datos de la tensión en tiempo real y de la corriente en tiempo real;
- 65

compare la potencia reactiva con el funcionamiento fundamental; y

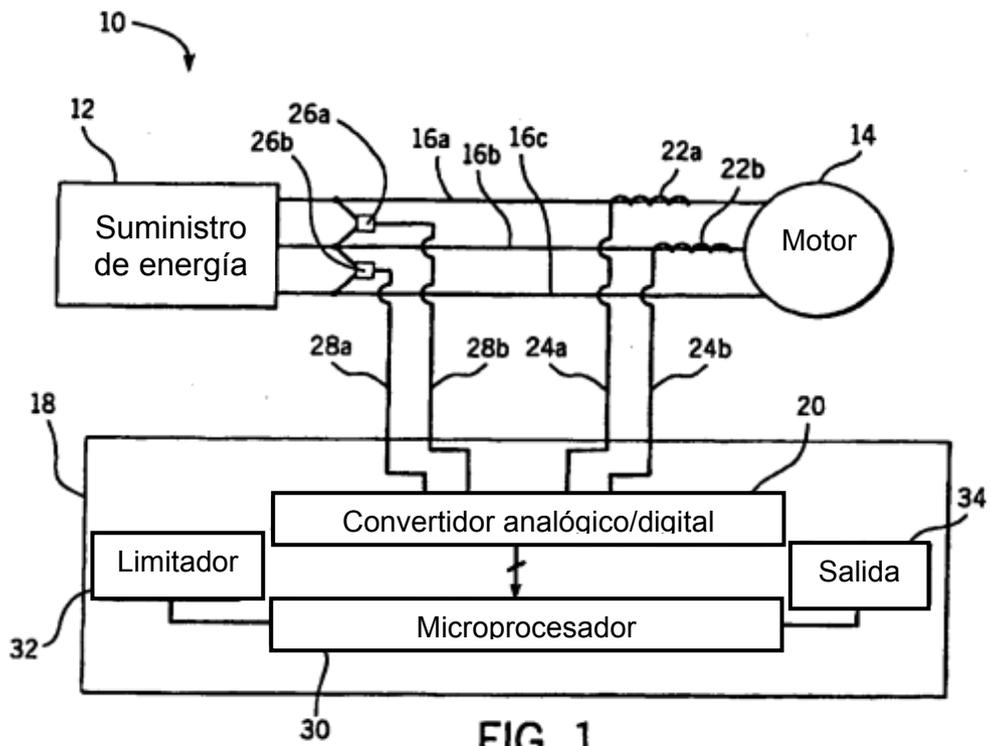
determine la presencia de condiciones de fallos en el motor de corriente alterna (14) a partir de por lo menos la comparación.

5 20. El medio de almacenaje legible por ordenador de la reivindicación 19 en el que el conjunto de instrucciones adicionalmente causa que el ordenador emita un aviso si se encuentra que está presente una condición de fallo en el motor de corriente alterna.

10 21. El medio de almacenaje legible por ordenador de la reivindicación 19 en el que el conjunto de instrucciones adicionalmente causa que el ordenador aplique una transformación del marco de referencia a los datos de la tensión en tiempo real y de la corriente en tiempo real (46).

15 22. El medio de almacenaje legible por ordenador de la reivindicación 19 en el que el conjunto de instrucciones adicionalmente causa que el ordenador genere un espectro de la frecuencia de la potencia reactiva (50) y visualice el espectro de la frecuencia en una consola para un análisis visual por un usuario.

20 23. El medio de almacenaje legible por ordenador de la reivindicación 22 en el que el conjunto de instrucciones adicionalmente causa que el ordenador visualice el espectro de la frecuencia de la potencia reactiva con relación a un espectro de la frecuencia de funcionamiento fundamental para indicar visualmente una condición de fallo en el motor de corriente alterna (14).



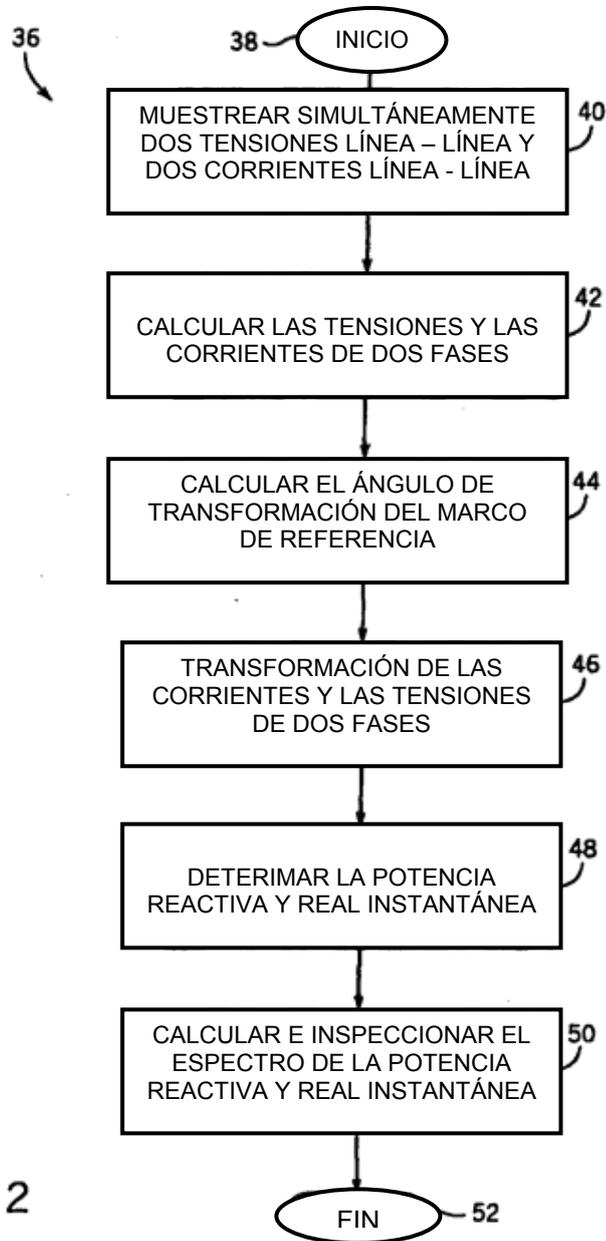


FIG. 2