



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 377 830**

51 Int. Cl.:  
**H02H 7/00** (2006.01)  
**H02H 7/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06775025 .7**  
96 Fecha de presentación : **17.08.2006**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1946419**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.07.2008**

54 Título: **Sistema para controlar, proteger y monitorizar el estado de motores de refrigeración forzada para transformadores de potencia y similares.**

30 Prioridad: **03.10.2005 BR PI0504296**

73 Titular/es: **Eduardo Pedrosa Santos  
Praça Claudino Alves, 141 - Centro  
Cep-12940-800 Atibaia - Sp, BR**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**02.04.2012**

72 Inventor/es: **Santos, Eduardo Pedrosa**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**02.04.2012**

74 Agente/Representante:  
**Paz Espuche, Alberto**

ES 2 377 830 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

Sistema para controlar, proteger y monitorizar el estado de motores de refrigeración forzada para transformadores de potencia y similares.

### Breve presentación

La solicitud de patente de la presente invención es para un innovador "*Sistema para controlar, proteger y monitorizar el estado de motores de refrigeración forzada para transformadores de potencia y similares*", particularmente para un sistema para controlar, proteger y monitorizar motores de transformadores de potencia y similares capaces de convertir un motor convencional en un motor "inteligente", sistema que se basa en un módulo electrónico instalado directamente sobre el o los motores de tal forma que se integre en dichos motor o motores funciones requeridas para controlar (encendido-apagado), la protección y la monitorización de los mismos, de forma que estén interconectados por medio de una red de comunicaciones con un sistema de ordenador o un sistema de control digital, permitiendo el control remoto del o los motores y preservando el o los motores contra daños generales, como la sobrecarga y otros, sin usar ningún elemento externo, como relés, automáticos, interruptores, etc., que necesitan un panel de control.

### Breve historia

Los transformadores de potencia y los autotransformadores se usan típicamente en sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica para transferir energía, y su función es alterar el nivel de tensión de salida en relación con la entrada. En este proceso ocurren pérdidas internas en los transformadores que causan, entre otros inconvenientes, aumentos de temperatura en los devanados, el núcleo y el medio aislante, normalmente algún tipo de aceite.

En la práctica, tales aumentos de temperatura son factores limitantes para obtener la máxima potencia que podría ser transformada teóricamente por el equipo, en vista de las temperaturas límite soportadas por los materiales usados normalmente. En consecuencia, los transformadores de potencia deben ser equipados con dispositivos para disipar el calor generado internamente al medio circundante, aumentando así el límite máximo de potencia que podría ser transformada.

Estos dispositivos de refrigeración pueden ser clasificados según lo siguiente:

- Refrigeración natural, normalmente basada en un radiador, en el que el intercambio de calor está basado en la convección natural entre el aceite contenido en el transformador y el aire exterior.
- Refrigeración forzada, en la que el intercambio de calor se optimiza por medio de la circulación de fluidos refrigerantes (aceite, aire y otros) usando motores eléctricos que activan ventiladores y/o bombas.

El número de motores usado varía según el proyecto de transformador y puede variar de uno a docenas de motores.

### Estado de la técnica

En los sistemas existentes de refrigeración de transformadores la protección se lleva a cabo por medio de un dispositivo de protección térmica para cada motor, que puede ser, por ejemplo, un relé térmico o un automático magneto-térmico específico para proteger motores cuyo elemento térmico puede ser regulado.

Este tipo de protección convencional tiene las siguientes particularidades:

- Una relación directamente proporcional entre el número de motores usado y el número de dispositivos de protección térmica, que demanda paneles de control adecuados al número de dispositivos; es decir, cuanto mayor es este número, mayor es el panel,
  - y, en consecuencia, elevándose los costes de producción y dificultando la estandarización del proyecto de control para transformadores con cantidades diferentes de motores de enfriamiento.
- Tales dispositivos de protección térmica para motores tienen una regulación para la corriente activa por encima de la cual el motor debería ser desconectado. Debido al hecho de que tales dispositivos son elementos electromecánicos cuyo principio de funcionamiento se basa en la desviación de hojas bimetálicas en las que el intervalo de regulación de la corriente es estrecho, lo que hace obligatoria la existencia de diversas opciones de regulación de la corriente que han de ser elegidas según la corriente nominal del motor usado. Además de las dificultades logísticas y del consiguiente aumento de coste, la probabilidad de mantenimiento, tal como la mencionada en lo que antecede, daña la estandarización del proyecto de control para transformadores con motores con diferentes corrientes nominales.

## ES 2 377 830 T3

Como con los sistemas de protección antes mencionados, los sistemas de control de motores se llevan a cabo por medio de relés de potencia, que no son más que dispositivos electromagnéticos responsables de establecer e interrumpir la entrada a los motores. Este tipo de control tiene las siguientes particularidades:

- Una relación directamente proporcional entre el número de motores y el número de relés usados, requiriéndose paneles apropiado para recibir el número de relés. Además de costos mayores, este hecho hace difícil estandarizar el proyecto de control para transformadores con diferentes números de motores, y, asimismo, vuelve al sistema más susceptible de mantenimiento.
- La activación de los motores de refrigeración normalmente se lleva a cabo automáticamente por medio de dispositivos que miden las temperaturas en el transformador equipados con contactos de salida que alimentan la bobina de los relés tras alcanzar las temperaturas predeterminadas. Por razones de simplificación del proyecto de control, los motores son generalmente agrupados en dos grupos de refrigeración activados a temperaturas diferentes.

Más específica y brevemente, los sistemas convencionales usados para controlar y proteger estos motores de refrigeración deberían ser instalados en un panel de control debidamente fijado al tanque del transformador que ha de refrigerarse, y su protección térmica realizada por medio de dispositivos electromecánicos activados por hojas bimetalicas instaladas en los paneles antes mencionados, con la necesidad de diversos intervalos de regulación de la corriente que deberían ser realizados manualmente por un profesional cualificado que base los mismos en la corriente nominal de cada motor, generalmente enunciada en su placa de identificación. Esta tarea es llevada a cabo sin ningún problema cuando se trata de solo algunos motores; sin embargo, cuando se trata de docenas de motores, se vuelve difícil y lenta, con la posibilidad de que ocurra un error humano, dado que se trata de una tarea repetitiva y manual.

En los sistemas convencionales para el control y la protección de motores de refrigeración en transformadores de potencia y similares es necesario usar dispositivos de protección en los motores contra baja carga y sobrecarga, además de protecciones contra falta de fase y desequilibrio de tensión entre fases, esto obviamente cuando se abordan motores, de entrada trifásica, protección que desconecta los motores cuando ocurre uno de los eventos recién mencionados, evitando que se quemen. También se usan dispositivos de protección que emiten una alarma en caso de inversión de fase que evitan que los motores giren en la dirección indebida, lo que dañará una refrigeración adecuada del transformador. Tales dispositivos de protección consisten en relés específicos para estas funciones, también instalados dentro de la refrigeración del transformador. Tales dispositivos de protección consisten en relés específicos para estas funciones, también instalados dentro del panel de control del transformador, lo que añade costes y ocupa espacio y, debido al mayor número de componentes, se vuelve más susceptible de defectos y mantenimiento.

En los sistemas convencionales también existe la necesidad de usar una logística basada en relés (contactores) electromecánicos que controlen los motores. Como ya se ha mencionado, en los sistemas convencionales, para simplificar esta logística en el proyecto de control, los motores se agrupan entre sí, generalmente en dos grupos de refrigeración activados por (dos) temperaturas diferentes.

El documento FR-A-2 841 398 versa acerca de una unidad combinada de control y protección para un motor eléctrico, que incluye el contenido del preámbulo de la reivindicación 1.

El documento US-A-5 726 911 se ocupa de un monitor de un motor eléctrico que también incluye las características del preámbulo de la reivindicación 1.

Ninguno de dichos documentos de patente describe la realización de una función de regulación automática de protección térmica que comprende la regulación de la corriente nominal del motor para la protección térmica en un intervalo de valores que permite que ese mismo módulo electrónico se aplique en motores con diferentes corrientes nominales.

Por lo tanto, el problema objetivo que debe resolverse es el relacionado con la provisión de un sistema capaz de llevar a cabo tal función de regulación automática.

### La nueva invención

La presente invención proporciona una solución a ese problema objetivo por medio del sistema de la reivindicación 1.

El sistema en cuestión simplificará y proporcionará flexibilidad para la instalación de motores de refrigeración forzada usados en transformadores de potencia y autotransformadores para transformar un motor eléctrico convencional en un motor “inteligente” usando un módulo electrónico para el control, la protección y la monitorización, fijado directamente en la caja de conexiones del motor, estando interconectados dichos módulos por una red de comunicaciones con un sistema de ordenador que permite conectar y desconectar dichos motores, proteger contra daños debidos a sobrecarga mecánica o eléctrica y monitorizar el estado de conservación del motor propiamente dicho y la carga mecánica conectada al mismo sin usar ningún dispositivo externo como relés, contactores, automáticos, paneles de control, etc.

## ES 2 377 830 T3

La comunicación entre el sistema de ordenador y los motores inteligentes antes mencionados debe realizarse por medio de un puerto de comunicación en serie o por medio de una transmisión de datos a través de la red de entrada de tensión real al motor.

5 El módulo también permite la medición de la corriente consumida por el motor a través de circuitos electrónicos que digitalicen esta información y lo hagan funcionar por medio de un soporte lógico específico. También tiene una función de regulación automática de protección térmica del motor que evita esta operación manual.

10 El sistema también mide la tensión en cada fase de entrada en el motor y, por medio de soporte lógico inalterable, proporciona una protección estándar contra la baja carga, la sobrecarga, la falta de fase, etc., desconectando el motor y señalando la incidencia.

15 De manera innovadora, el sistema propuesto mide las tensiones de entrada y la corriente consumida, todo digitalmente usando esta información para monitorizar el estado del motor, insertando un concepto de mantenimiento en base al estado del motor y no en un mantenimiento estandarizado correctivo ni/o preventivo, detectando cualquier tipo de defecto en su fase inicial y la monitorización del estado del motor en base a una serie de parámetros.

20 Por último, el sistema propuesto tiene acelerómetros que son capaces de medir en tres ejes que detectan cualquier tipo de vibración anormal y también sensores de rotación que miden su velocidad.

### Ventajas de la invención

- 25 • Instalación simplificada en motores que ya están funcionando, ya que aprovecha el sistema de fijación a la tapa de la caja de conexiones para fijar el módulo de control, además de permitir la conexión directa de la salida del módulo de control a los terminales de conexión del motor.
- 30 • Espacio abierto en el panel de control del transformador, dado que ya no resulta necesario instalar relés ni dispositivos de protección térmica en su interior.
- Estandarización del proyecto y la construcción del panel de control del transformador, dado que hay menos componentes instalados dentro de él de forma directamente proporcional al número de motores.
- 35 • Regulación de la corriente de activación de la protección térmica del motor en un amplio intervalo de valores por medio de un soporte lógico inalterable en el módulo electrónico, evitando la necesidad de opciones de intervalos diversos para regular la corriente, seleccionados según la corriente nominal del motor para evitar dificultades logísticas, dificultades de mantenimiento y aumentos de costes.
- 40 • Estandarización del proyecto y la construcción del panel de control del transformador, incluso con el uso de motores con corrientes nominales diferentes.
- Practicidad debida a la regulación automática de la protección térmica, que puede ser consultada y alterada manualmente por el operador o en cualquier momento por medio del sistema, cuando se solicite.
- 45 • El soporte lógico inalterable desconecta y señala un motor defectuoso, permitiendo que el operador adopte las medidas necesarias.
- La red en serie permite la comunicación de datos, los motores de la cual pueden ser controlados sin usar relés, y también pueden ser activados automáticamente de una manera programada a medida que aumenta la temperatura.
- 50 • Reducción en el deterioro del transformador por el uso optimizando el uso de motores de refrigeración, activándolos según sea necesario en vez de aguardar una temperatura preestablecida y luego activando un grupo de motores.
- 55 • Reducción de gastos de la energía eléctrica empleada para activar los motores, dado que dichos motores son conectados uno a uno, según el aumento gradual de la temperatura del transformador y no en grupos como en los sistemas convencionales.
- 60 • El teclado del módulo permite un control local del motor para pruebas y mantenimiento, con la posibilidad de controlar solamente un motor con independencia de los demás, controlar un grupo dado de motores para que operen simultáneamente o de controlar todos los motores simultáneamente.

65 En lo que sigue, la patente será explicada técnicamente usando como base el diagrama de bloques.

## Descripción detallada

Preferentemente, el “Sistema para controlar, proteger y monitorizar el estado de motores de refrigeración forzada para transformadores de potencia y similares”, que es el objeto de esta solicitud de patente se aplica a transformadores de potencia y autotransformadores, y este sistema transforma motores convencionales (1) de refrigeración en motores “inteligentes” que operan de manera totalmente autónoma, cuyo módulo electrónico (2) está instalado en la tapa del motor propiamente dicha, más específicamente sobre la caja (3) de conexiones e interconectados por una red de comunicación con un sistema digital (4) sin la necesidad de usar ningún elemento externo de control, protección y monitorización ni paneles aparatosos para que funcionen.

Además, el sistema propuesto convierte un motor eléctrico convencional (1) usado para refrigerar transformadores y autotransformadores en un motor inteligente en base a un módulo electrónico (2) instalado directamente en la caja (3) de conexiones, que contiene un módulo de medición (M) de tensión y corriente en una CPU microcontrolada que también interactúa con una interfaz compuesta de un teclado y una pantalla (TD); un control (5) de conexión-desconexión alimentado por cualquier tipo de tensión y corriente (TC), alterna o continua, monofásica o trifásica; una comunicación (9) en serie interconectada con un sistema digital (4) de red de comunicaciones capaz de conectar y desconectar (5), adquirir alarmas (8), realizar mediciones (9A) en el motor (1) con fines de mantenimiento; la CPU, a través de contactos (S) de salida, es capaz de generar señales (10) de autodiagnos, alarmas (8) y estado (6) del motor (motor conectado/desconectado) preservándolo contra daños debidos a sobrecarga mecánica o eléctrica. Además de la comunicación (9) en serie, el módulo electrónico (2) también permite la recepción de instrucciones para conectar/desconectar (5) el motor (1) y enviar señales (10) de autodiagnos, alarmas (8) y el estado (6) (motor conectado/desconectado) a través de una interfaz (7) de comunicación que usa como medio de transmisión los datos reales de la línea (TC) de entrada al motor, permitiendo así la eliminación de todo el cableado adicional para el control y la monitorización del motor (1). El módulo de control electrónico (2) propuesto en el presente documento es fijado directamente al motor convencional (1) sobre la caja (3) de conexiones, que tiene una tapa atornillada que es retirada y sustituida por el módulo electrónico (2).

Dicho sistema propuesto mide (M) la corriente consumida por el motor (1) por medio de los circuitos electrónicos situados en el módulo (2), que digitaliza esta información. Así, la protección térmica (no mostrada) se realiza digitalmente por medio de un soporte lógico específico situado en la CPU contenida en el módulo (2). Este soporte lógico lleva a cabo la regulación automática o manualmente por el usuario en la corriente nominal del motor (1) en una amplia banda de valores, permitiendo que ese mismo módulo (2) sea aplicado en motores (1) con diferentes corrientes nominales.

Otra novedad en el sistema propuesto es la función de regulación automática de la protección térmica en los motores que elimina la necesidad de regulaciones manuales.

Esta función incluye una fase de aprendizaje en la que el sistema de control y protección conectará el motor (1) y realizará las mediciones (M) de la corriente consumida por el motor (1) durante el tiempo predeterminado de aprendizaje, que puede ser alterado por el usuario. Se determina entonces la regulación de la corriente de activación de la protección térmica junto con un margen de tolerancia que también está determinado, en un porcentaje de la corriente medida por encima del valor máximo de la corriente medida durante el período, y el margen de tolerancia puede ser alterado por el usuario.

Tal como se ha mencionado en lo que antecede, el sistema inventado realiza mediciones (M) de la tensión en cada fase de entrada al motor y lleva a cabo en su soporte lógico inalterable las funciones de protección contra la baja carga, la sobrecarga, la falta de fase, el desequilibrio de tensión entre fases e inversiones de fases, desconectando el motor (1) en el caso de la incidencia de cualquiera de estas condiciones y señalando (10) la incidencia para que el operador tome todas las medidas necesarias.

Para hacerlo versátil, el sistema reivindicado tiene una función de control del motor por medio de comunicación (9) en serie que usa solo un par de cables que simplemente interconectan los puertos de comunicación de todos los motores (1) en paralelo y crea una red (4) de comunicaciones de datos a través de la cual los motores (1) pueden ser controlados sin usar relés.

El sistema reivindicado permite que los motores (1) arranquen o se detengan por medio de una red (9) de comunicaciones en serie sin que esto conlleve la implicación de cableado y dispositivos complejos. Debido a este, los motores (1) pueden ser arrancados en una escala según el gradiente de temperatura.

Para el control “in loco”, el sistema propuesto está equipado con un teclado y una pantalla (TD) con fines de mantenimiento y prueba.

Las mediciones (M) realizadas por el sistema propuesto, como las de las tensiones y las corrientes durante el funcionamiento, son útiles para funciones de monitorización y autodiagnos (8), y la monitorización del estado del motor (1) se basa en lo siguiente:

- Cálculo del par mecánico desarrollado por el motor (1) que ya está en marcha a partir de la potencia eléctrica activa consumida y la rotación de motor, medida por un sensor (R) de rotación o teniendo en

## ES 2 377 830 T3

cuenta la rotación nominal del motor, y de la potencia calculada a partir de las mediciones de tensión de entrada y de la corriente eléctrica consumida.

- 5 • En la fase de aprendizaje, en la que el sistema de protección y control calculará el par motor (1) durante el tiempo predeterminado de aprendizaje, que puede ser alterado por el usuario, hallando así los valores mínimo, medio y máximo del par motor, considerando que tanto este como su carga mecánica (ventilador, bomba de aceite, etc.) están en buen estado de funcionamiento.
- 10 • Determinación del valor de alarma (8) por par a velocidad elevada, sumando entre sí el margen predeterminado de porcentaje de tolerancia al valor de trabajo de par máximo medido en el período de aprendizaje. La alarma (8) por par elevado permite la detección de una sobrecarga mecánica en el motor (1) debida, por ejemplo, a falta de lubricación, una bomba con un conducto obstruido del aceite u otras razones.
- 15 • Determinación del valor de alarma (8) por par a velocidad reducida, restando un margen predeterminado de porcentaje de tolerancia del valor de trabajo de par mínimo medido en el período de aprendizaje. La alarma (8) por par a velocidad reducida permite la detección de una carga mecánica reducida en el motor (1) debida, por ejemplo, a paletas rotas del ventilador, rotura en la conexión mecánica entre el motor y su carga y por otras razones.
- 20 • Determinar la tendencia de la evolución (aumento o disminución) del par desarrollado a la larga por el motor (1), emitir una alarma (8) en caso de que la tendencia calculada alcance valores máximo y mínimo, respectivamente, programados por el operador. La alarma (8) por tendencia de evolución del par permite la detección de defectos en la evolución del motor (1) o en su carga mecánica aun en la fase inicial, aún antes de que el par alcance los valores de alarma por par elevado o reducido.
- 25 • Cálculo del par mecánico desarrollado por el motor (1) durante su arranque a partir de la energía eléctrica activa consumida y de la rotación del motor (1), medida por un sensor (R) de rotación o teniendo en cuenta la rotación nominal del motor (1), y de la potencia calculada a partir de las mediciones de tensión de entrada y de la corriente eléctrica consumida.
- 30 • Una fase de aprendizaje en la que el sistema de protección y control calculará el par de arranque del motor (1) durante un número predeterminado de arranques, que puede ser alterado por el usuario, determinando así los valores mínimo, medio y máximo del par de arranque del motor, teniendo en cuenta que tanto este como también su carga mecánica (ventilador, bomba de aceite, etc.) estén en buen estado de funcionamiento.
- 35 • Determinación del valor de alarma (8) por par de arranque elevado, sumando el porcentaje de margen predeterminado de tolerancia al valor máximo del valor del par de arranque medido durante el período de aprendizaje. La alarma (8) por par elevado permite la detección de una sobrecarga mecánica en el motor (1) debida, por ejemplo, a falta de lubricación, un conducto de aceite obstruido en la bomba u otras razones.
- 40 • Determinación del valor de alarma (8) por par de arranque reducido, restando el porcentaje de margen predeterminado de tolerancia del valor máximo del valor del par de arranque medido durante el período de aprendizaje. La alarma (8) por par reducido permite la detección de una baja carga en el motor debida, por ejemplo, a paletas rotas del ventilador, rotura en la conexión mecánica entre el motor y su carga y por otras razones.
- 45 • Determinar la tendencia de la evolución (aumento o disminución) del par desarrollado por el motor (1) después de funcionar mucho tiempo, emitiendo una alarma (8) en el caso de que la tendencia calculada alcance los valores máximo y mínimo, respectivamente, programados por el operador. La alarma (8) por tendencia de evolución del par permite la detección de defectos en la evolución del motor (1) o en su carga mecánica aun en la fase inicial, aún antes de que el par alcance los valores de alarma por par elevado o reducido.
- 50 • Si así se desea, los valores de alarma (8) por par elevado o reducido obtenidos mediante regulación automática pueden ser consultados y alterados manualmente por el operador.
- 55 • Las regulaciones de la alarma automática (8) por par elevado o reducido pueden ser realizadas nuevamente en cualquier momento por el sistema cuando lo solicite el operador.
- 60

65 El sistema de control y protección propuesto en el presente documento tiene incorporados acelerómetros (13) que son capaces de medir aceleraciones en tres ejes ortogonales debidas a vibraciones del motor (1), permitiendo que el motor ahora “inteligente” tenga incorporada, de manera novedosa, la monitorización de su estado por medio de la medición de vibraciones, de modo que dicho motor (1) sea capaz de detectar y emitir alarmas (8) debido a vibraciones excesivas causadas, por ejemplo, por paletas desequilibradas de ventilador, rodamiento defectuoso u otras razones.

## ES 2 377 830 T3

Tal como se ha mencionado en lo que antecede, el sistema propuesto tiene incorporado un sensor de las rotaciones (R) por minuto que es capaz de medir la velocidad de rotación del motor, permitiendo que el motor ahora "inteligente" tenga incorporada, de manera novedosa, la monitorización de su estado por medio de la medición de su velocidad de rotación (15).

5

Por último, el sistema de control y protección propuesto en el presente documento puede ser aplicado a otro equipo que use motores eléctricos (1), no solo a transformadores de potencia, con independencia de si estos motores funcionan con fines de refrigeración o para cualquier otra función.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para controlar, proteger y monitorizar el estado de motores (1) adecuado para la refrigeración forzada de transformadores de potencia, en el que cada uno de dichos motores (1) comprende un módulo electrónico (2) instalado en una caja (3) de conexiones del motor respectivo (1), estando interconectados dichos módulos electrónicos (2) por una red de comunicaciones con un sistema (4) de ordenador, en el que dicho módulo electrónico (2) contiene un módulo de medición (M) de la tensión y la corriente en una CPU microcontrolada para medir la corriente consumida por el motor (1) por medio de circuitos electrónicos situados en el módulo (2) que digitaliza esta información de consumo de corriente, estando **caracterizado** dicho sistema porque dicha CPU microcontrolada tiene un soporte lógico específico para llevar a cabo digitalmente una función de regulación automática de protección térmica que comprende la regulación de la corriente nominal del motor (1) para la protección térmica en un intervalo de valores que permite a ese mismo módulo electrónico (2) ser aplicado en motores (1) con diferentes corrientes nominales, comprendiendo dicha función de regulación automática de protección térmica:

- una etapa de aprendizaje en la que un sistema de control (5) y protección del módulo electrónico (2) se conectará al motor (1) y usará el módulo de mediciones (M) de tensión y de corriente para realizar las mediciones de la corriente consumida por el motor (1) durante un tiempo predeterminado de aprendizaje, que puede ser alterado por el usuario, y
- una regulación automática de la corriente de activación de protección térmica determinada añadiendo conjuntamente un margen predeterminado de tolerancia, que puede ser alterado por el usuario, y que es un porcentaje de la corriente medida, al valor máximo de la corriente medida durante el período de aprendizaje.

2. Un sistema según la reivindicación 1, estando configurado dicho sistema para usar las mediciones realizadas por dicho módulo de mediciones (M) para funciones de monitorización y autodiagnóstico (10) y para monitorizar el estado del motor (1).

3. Un sistema según la reivindicación 2 en el que dicha monitorización del estado del motor (1) se lleva a cabo calculando el par mecánico desarrollado por el motor (1), que ya está en marcha o durante su arranque, a partir de la potencia eléctrica activa consumida y de la rotación de motor, medida por un sensor (R) de rotación, externo o parte del sistema, o teniendo en cuenta la rotación nominal del motor, y de la potencia calculada a partir de las mediciones de tensión de entrada y de la corriente eléctrica consumida.

4. Un sistema según la reivindicación 3, teniendo el sistema una función de determinación automática de alarma de par elevado y reducido y/o una función de determinación automática de alarma de par de arranque reducido que comprenden:

- una fase de aprendizaje en la que el sistema de protección y control (5) del módulo electrónico (2), considerando que tanto el motor (1) como su carga mecánica se encuentren en buen estado de funcionamiento, calcularán:
  - el par dinámico de trabajo del motor (1) durante un tiempo predeterminado de aprendizaje, que puede ser alterado por el usuario, hallando así los valores mínimo, medio y máximo del par motor, y/o
  - el par de arranque del motor (1) durante un número predeterminado de arranques, que puede ser alterado por el usuario, determinando así los valores mínimo, medio y máximo del par de arranque del motor;
- una determinación automática de un valor de alarma (8) por par elevado y/o por par de arranque elevado, llevada a cabo sumando entre sí un porcentaje de margen predeterminado de tolerancia y, respectivamente, el valor máximo del par dinámico de trabajo y/o el valor máximo del par de arranque, medidos en el período de aprendizaje; y
- una determinación automática de un valor de alarma (8) por par reducido y/o por par de arranque reducido, llevada a cabo restando un porcentaje de margen predeterminado de tolerancia, respectivamente, del valor mínimo del par dinámico de trabajo y/o el valor mínimo del par de arranque, medidos en el período de aprendizaje.

5. Un sistema según la reivindicación 4, teniendo el sistema una función de determinación automática de alarma de tendencia del par, llevada a cabo calculando la tendencia de la evolución, ya sea creciente o decreciente, del par desarrollado por el motor (1) después de funcionar mucho tiempo, emitiendo una alarma (8) en el caso de que la tendencia calculada alcance los valores máximo y mínimo, respectivamente, programados por el operador.



## ES 2 377 830 T3

6. Un sistema según la reivindicación 4 que comprende medios para hacer que dichos valores (8) de alarma por el par elevado o reducido obtenido por regulación automática sean consultados y alterados manualmente por el operador, y regulaciones realizadas nuevamente en cualquier momento por el sistema cuando lo solicite el operador.

5 7. Un sistema según la reivindicación 1 en el que dicho sistema de control (5) y protección de dicho módulo electrónico (2) comprende un acelerómetro incorporado (13) que puede medir aceleraciones en los ejes ortogonales debidos a vibraciones del motor (1), y una función de monitorización del estado llevado a cabo midiendo vibraciones y emitiendo alarmas (8) cuando dicho acelerómetro (13) detecta vibraciones excesivas.

10 8. Un sistema según la reivindicación 1 en el que dicho sistema de control (5) y protección de dicho módulo electrónico (2) puede ser aplicado, aparte de a transformadores de potencia, a otro equipo que use motores eléctricos (1) para fines de refrigeración o para cualquier otra función.

15 9. Un sistema según la reivindicación 1 en el que dicho módulo de medición (M) de la tensión y la corriente está configurado para medir la tensión en cada fase de entrada del motor y llevar a cabo, a partir de las medidas tomadas, funciones de protección contra baja carga, sobrecarga, falta de fase, desequilibrio de tensión entre fases e inversiones de fases, desconectando el motor (1) en el caso de la incidencia de cualquiera de estas condiciones y señalando (10) la incidencia para que el operador tome todas las medidas necesarias.

20 10. Un sistema según la reivindicación 1 en el que dicho sistema de control (5) está configurado para llevar a cabo una función de control de la conexión/desconexión del motor a través de una comunicación (9) en serie, usando únicamente un par de cables que simplemente conectan entre sí los puertos de comunicación de todos los módulos electrónicos (2) de los motores (2) en paralelo, y crear dicha red de comunicación de datos a través de la cual los motores (1) pueden ser controlados de forma remota.

25 11. Un sistema según la reivindicación 10 en el que dicho módulo electrónico (2) está configurado para recibir, a través de dicha red de comunicaciones, instrucciones para conectar/desconectar el motor (1) y para enviar una señal (10) de autodiagnos, alarmas (8) y estado (6) del motor por medio de una comunicación (7) de interfaz usando como medio de transmisión de datos su propia línea de entrada (TC) al motor y creando por tal medio dicha red de comunicación de datos a través de la cual los motores (1) pueden ser controlados de forma remota para arrancarlos o detenerlos individualmente.

35

40

45

50

55

60

65

FIGURA 1

