(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 320 782**

(51) Int. Cl.:
H02P 29/02 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **05109356 .5**
(96) Fecha de presentación : **07.10.2005**
(97) Número de publicación de la solicitud: **1772960**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **11.04.2007**

(54) Título: **Monitor de carga.**

(73) Titular/es: **Emotron AB.**
P.O. Box 22225
250 24 Helsingborg, SE

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
28.05.2009

(72) Inventor/es: **Sparrenbom, Niklas;**
Bojrup, Martin y
Jönsson, Tom

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
28.05.2009

(74) Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

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).

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

DESCRIPCIÓN

Monitor de carga.

Campo técnico de la invención

La presente invención se refiere en general a un monitor de carga o indicador de la carga para un motor. Más concretamente, la invención se refiere también a métodos para iniciar la monitorización y para monitorizar la carga de un motor y a un convertidor de frecuencia para accionar un motor e incluir un monitor de carga. Ese tipo de monitor de carga se describe en el documento US 6.414.455.

Antecedentes de la invención

Los monitores de carga se usan a menudo para la protección de sistemas de motores eléctricos contra sobrecargas y cargas reducidas. Los monitores de carga en aplicaciones de frecuencia fijada, tales como, canalizaciones conectadas o motores accionados de arranque suave, se describen completamente mediante un parámetro de carga normal y márgenes para definir condiciones de sub./sobrecarga de esta carga normal. Básicamente este es el comportamiento de los monitores de carga aislados o de los monitores de carga incluidos en talleres de sistemas de accionamiento de motores.

En el documento WO 99/25049 A1, se describe un monitor de carga para un motor eléctrico. Este monitor de carga calcula, al recibir una orden de un usuario cuando el motor está funcionando normalmente, así como los límites de la subcarga/sobrecarga de la carga actual. Luego, durante el funcionamiento normal, la carga de motor ordinaria es determinada repetidamente y comparada con los límites de la carga calculada. Este monitor de carga es ventajoso en relación con los primeros monitores de carga porque el preestablecimiento de la carga limite es relativamente rápido y fácil.

El documento US 5.720.231 describe un método para monitorizar las condiciones de funcionamiento de un motor eléctrico de ventilador de tracción inducida de un sistema de horno de gas. El sistema tiene un microprocesador para controlar la velocidad del motor eléctrico, para garantizar que existe una presión trasera y un caudal adecuados para el funcionamiento seguro y eficiente del horno. Las lecturas de los parámetros proporcionales a la velocidad y al momento torsor son tomadas durante un margen seleccionado de presiones de alimentación y almacenadas, y un valor mínimo y uno máximo de las presiones traseras aceptables son seleccionados. Por consiguiente, sobre una base continua durante el funcionamiento normal del motor eléctrico de ventilación de tracción inducida, se toman lecturas de los valores de funcionamiento reales, proporcionales a la velocidad y el momento torsor, y comparadas con los parámetros almacenados entre los valores mínimo y máximo de las presiones posteriores aceptables. Si los valores de funcionamiento reales están fuera de los márgenes establecidos por el valor mínimo y el valor máximo, el sistema es desactivado gradualmente.

Incluso aunque los métodos mencionados anteriormente de trabajos de monitorización de la carga funcionan perfectamente en aplicaciones tales como la ejemplificada anteriormente, hay otras aplicaciones en las cuales los métodos anteriores de monitorización de la carga no son satisfactorios, por ejemplo, en aplicaciones en las que varía la velocidad. El problema radica en que las perturbaciones operacionales no son siempre detectadas por el monitor de carga incluso aunque los límites de carga máxima y mínima hayan sido establecidos basándose en la carga real. Como un ejemplo, en una aplicación de bombeo una perturbación operacional puede ser ocasionada por una tubería defectuosa, por ejemplo, un orificio en una tubería o una tubería rota, que origina una disminución de la presión en las tuberías y por tanto la carga en el motor se reduce. Otra causa de una perturbación operacional puede ser la presión de objetos no deseados en la tubería, estos pueden ocasionar una mayor presión y por tanto la carga en el motor es incrementada.

El documento US 5.621.289 describe un método para hacer funcionar un dispositivo de transferencia en una prensa. El valor del momento torsor de un servo es medido durante el funcionamiento de la prensa y es comparado con un modelo de momento torsor, establecido bajo un funcionamiento normal. Si el valor del momento torsor está fuera de una tolerancia de momento torsor almacenada, se detecta un mal funcionamiento.

Sumario de la invención

Un objeto de la presente invención es proporcionar un monitor de carga mejorado y un método para iniciar la observación y para monitorizar la carga de un motor.

Un objeto particular de la invención es proporcionar un monitor de carga y métodos correspondientes que resuelvan los problemas mencionados anteriormente cuando falle la detección de las perturbaciones operacionales.

Este y otros objetos se consiguen mediante la provisión de un método para monitorizar la carga de un motor de acuerdo con la reivindicación 1, un método para iniciar la monitorización y para monitorizar la carga de un motor según la reivindicación 13, un monitor de carga para monitorizar la carga de un motor según la reivindicación 15, y un convertidor de frecuencia que incluye un monitor de carga según la reivindicación 19. Realizaciones preferidas de la presente invención se definen en las reivindicaciones dependientes.

Más concretamente, un método según la presente invención para monitorizar la carga de un motor comprende las acciones de medir repetidamente el momento torsor y registrar la velocidad durante el funcionamiento normal, determinando, en relación con cada medición del momento torsor durante el funcionamiento normal, un valor límite de la carga válido para la velocidad registrada, siendo el valor límite de la carga una función de una pluralidad de momentos torsores y velocidades almacenados y de un valor predeterminado de la desviación, y que compara, en relación con cada medición del momento torsor durante el funcionamiento normal, el momento torsor medido con el valor límite de la carga determinado. Si el momento torsor medido no está dentro de un margen aceptable limitado por el valor límite de la carga determinado, entonces se efectúa una acción apropiada.

Como se define en este documento, "funcionamiento normal" se refiere al funcionamiento del motor cuando el motor está en marcha durante un procedimiento de aplicación. Durante el funcionamiento normal, se pueden producir perturbaciones operacionales, y por consiguiente la carga del motor puede variar a causa de las perturbaciones.

Como se ha mencionado anteriormente, un objeto particular de la invención es proporcionar un monitor de carga y métodos correspondientes que resuelvan el problema con detección de los fallos de perturbaciones operacionales. Este problema surge a menudo en aplicaciones de velocidad variable. No obstante, ambos ejemplos de la técnica anterior funcionan muy bien en muchas aplicaciones en las que la velocidad del motor varía. Como se muestra anteriormente, la aplicación descrita en el documento US 5.720.231, con un motor eléctrico ventilado de resistencia inducida de un sistema de horno de gas, es una aplicación de velocidad variable típica, en la que la velocidad y el momento torsor del motor varían dependiendo de la presión trasera del sistema de horno de gas. La diferencia principal entre las aplicaciones en las que las soluciones de la técnica anterior citadas de monitorización de la carga trabajan bien y las aplicaciones en las que no se extienden todo lo que se extiende la carga, es decir, el momento torsor, del motor depende de la velocidad del motor. Si la "carga normal" a una velocidad difiere más que marginalmente de la "carga normal" a otra velocidad y esta diferencia se debe a la propia velocidad y no a algún otro parámetro externo, los métodos de la técnica anterior mencionados anteriormente de monitorización de la carga pueden entonces proteger el sistema solamente en los puntos extremos de funcionamiento, es decir, sobrecargado a alta velocidad y descargado a baja velocidad. Algunas perturbaciones operacionales que se producen cuando el motor está en marcha a una velocidad intermedia permanecerán entonces sin ser detectadas. Por ejemplo, es posible que las perturbaciones operacionales no sean detectadas cuando, por ejemplo, la bomba sea accionada a una velocidad relativamente baja, porque la carga resultante de la perturbación puede ser menor que una carga mayor aceptable a una mayor velocidad o esta puede ser mayor que una carga baja aceptable a una menor velocidad. La presente invención resuelve este problema proporcionando un valor límite de la carga que es válido para una velocidad registrada presente y que es una función de una pluralidad velocidades y momentos torsores almacenados y de un valor de la desviación predeterminado. Por consiguiente, a cualquier velocidad, al menos dentro de un margen de la velocidad normal de funcionamiento, habrá un valor límite de la carga específico que es determinado a partir de una función de una pluralidad de momentos torsores y velocidades almacenados y de un valor predeterminado de la desviación. Si los momentos torsores almacenados varían con la velocidad, entonces el valor límite de la carga resultante variará también con la velocidad. Por consiguiente, el valor límite de la carga se establecerá a cada velocidad en relación con un momento torsor normal verdadero, y por lo tanto las perturbaciones operacionales que se producen a velocidades intermedias serán detectadas.

Según una realización de la presente invención, el método comprende además la operación de obtener automáticamente dicha pluralidad de momentos torsores y velocidades durante una secuencia de iniciación. De este modo, la recogida de la pluralidad de momentos torsores y velocidades resulta rápida, fácil y flexible, comparada por ejemplo con la recogida de los parámetros de momento torsor y velocidad escalonando manualmente la velocidad del motor, midiendo el momento torsor y registrando la velocidad.

Según otra realización de la invención, la acción de recoger automáticamente comprende las acciones de establecer una primera velocidad para el motor, medir, después de la acción de establecer una primera velocidad, un momento torsor del motor, almacenar el momento torsor medido y el valor de la velocidad correspondiente en una memoria, establecer una segunda velocidad para el motor después de almacenar el momento torsor previamente medido y el valor de la velocidad correspondiente, y repetir las acciones de medir y almacenar para la nueva velocidad.

Preferiblemente, el método comprende además, entre dicha acción de establecer durante la secuencia de iniciación una primera velocidad para el motor y dicha acción de medir un momento torsor del motor, la acción de esperar hasta que sea alcanzado un estado de equilibrio del momento torsor del motor a dicha primera velocidad.

En otra realización de la invención, dicha acción de determinar comprende la acción de calcular, en relación con cada medición del momento torsor durante el funcionamiento normal, el valor límite de la carga como función de una pluralidad de momentos torsores y velocidades almacenados y un valor predeterminado de la desviación. Por consiguiente, cada vez que se efectúa una medición del momento torsor durante el funcionamiento normal, es calculado el valor límite de la carga válido para que sea registrada la velocidad. De ese modo, se economiza espacio de memoria y tiempo para leer la memoria, puesto que ninguna pluralidad de valores límite de carga predeterminados ha de ser almacenada, sino solamente la pluralidad momentos y velocidades almacenados y el valor de la desviación predeterminada.

En otra realización, dicha acción de calcular incluye además la acción de interpolar entre dichos momentos torsores y velocidades para proporcionar el valor límite de la carga a la velocidad registrada si la velocidad registrada no corresponde a una cualquiera de las velocidades almacenadas.

En otra realización, que es una alternativa a la de calcular el valor límite de la carga en relación con cada medición de del momento torsor durante el funcionamiento normal, el método comprende además las acciones de calcular una pluralidad de valores límite de la carga como función de dicha pluralidad de momentos torsores y velocidades almacenados y el valor de la desviación predeterminado durante una secuencia de iniciación antes de dicho funcionamiento normal, y almacenar los valores límites de la carga calculados durante dicha secuencia de iniciación. En esta realización, en vez de economizar espacio de memoria, se puede economizar potencia de cálculo, lo cual puede ser ventajoso para algunas aplicaciones.

En otra realización, la acción de calcular incluye además la acción de interpolar entre dichos momentos torsores y velocidades almacenados para proporcionar más valores límite de carga en el caso en que la velocidad registrada no corresponda a una cualquiera de las velocidades almacenadas.

Según otra realización de la invención, dicha acción de determinar incluye ambas la acción de determinar un valor límite de la carga máxima y la acción de determinar una valor límite de la carga mínima, en donde dicha acción de comparación incluye ambos la acción de comparar el momento torsor medido con el valor límite de la carga máxima y la acción de comparar el momento torsor medido con el valor límite de la carga mínima determinada, y en donde dicho margen aceptable está entre y limitado por el valor límite de la carga máxima y el valor límite de la carga mínima. De este modo, pueden ser detectadas ambas la sobrecarga y la subcarga.

Según todavía otra realización de la invención, dicha acción de determinación incluye ambas la acción de determinar dicho valor límite de la carga y la acción de determinar un valor límite de advertencia que es una función de dicha pluralidad de momentos torsores y velocidades almacenados y un valor predeterminado de la desviación de advertencia que es menor que dicho valor de la desviación para dicho valor límite de la carga, y en el que dicha acción de comparación incluye ambas la acción de comparar los momentos torsores medidos con el valor límite de la carga determinado y la acción de comparar el momento torsor medido con el valor límite de advertencia determinado. Proporcionando un valor límite de advertencia, diferentes acciones pueden ser efectuadas que dependen de lo crítica que sea la sobrecarga/subcarga.

En otra realización, dicho valor de la desviación predeterminado está en la forma que devuelve su valor límite de carga cuando es multiplicado por una función de dicha pluralidad de momentos torsores y velocidades almacenados. En una realización alternativa dicho valor de la desviación predeterminado está en la forma en que devuelve dicho valor límite de la carga cuando es añadido a una función de dicha pluralidad de momentos torsores y velocidades almacenados. La elección de la forma del valor predeterminado de la desviación puede depender de la aplicación.

Según otro aspecto de la presente invención, un método para iniciar la monitorización y para monitorizar la carga de un motor comprende las acciones de: introducir la secuencia de iniciación, establecer, durante la secuencia de iniciación, una primera velocidad para el motor, medir, después de la acción de establecer una primera velocidad, un momento torsor del motor, almacenar el momento torsor medido y el valor de la velocidad correspondiente en una memoria, establecer una segunda velocidad para el motor después de almacenar el momento torsor medido anteriormente y el valor de la velocidad correspondiente, repitiendo las acciones de medir y almacenar para la nueva velocidad, cambiando al funcionamiento normal cuando la secuencia de iniciación se termina, y monitorizando un momento torsor presente del motor a una presente velocidad durante el funcionamiento normal y refiriéndose el presente momento torsor a los momentos torsores y velocidades correspondientes almacenados durante la secuencia de iniciación para decidir si o no el presente momento torsor a la presente velocidad está dentro de un margen de momento torsor aceptable.

Según todavía otro aspecto de la presente invención, un monitor de carga para monitorizar la carga de un motor comprende una Unidad de Tratamiento Central (CPU), medios para generar automática y repetidamente una señal para cambiar la velocidad del motor durante una secuencia de iniciación, una entrada para una señal que representa el momento torsor, una entrada para una señal que representa la velocidad, y una memoria para almacenar una pluralidad de momentos torsores medidos y velocidades correspondientes durante la secuencia de iniciación. Además el monitor de carga inventado comprende medios para repetidamente, durante el funcionamiento normal, comparar una señal de entrada que representa el momento torsor con un valor del límite de carga válido para una velocidad dada mediante la señal de entrada que representa la velocidad, y medios para proporcionar un valor límite de carga, siendo el valor límite de carga una función de la pluralidad de momentos torsores y velocidades almacenados en la memoria y un valor predeterminado de la desviación.

Según otra realización el monitor de carga comprende además medios para generar una señal de acción cuando la carga, dada por dicha señal de entrada que representa el momento torsor generado por el motor, está fuera de un margen definido por al menos dicho valor límite de la carga.

En otra realización de la invención, dicho monitor de carga está incluido en un convertidor de frecuencia, estando dispuesto el convertidor de frecuencia para accionar un motor. Esto es ventajoso porque el momento torsor del motor y los parámetros de la velocidad que han de ser medidos y registrados, respectivamente, son fácilmente accesibles dentro del convertidor de frecuencia, la velocidad puede ser calculada a partir de la presente frecuencia del convertidor de frecuencia y el momento torsor usualmente puede ser calculado a partir de la información proporcionada por el convertidor de frecuencia. Por ejemplo, la tensión de suministro y la corriente de suministro al motor pueden ser usadas para calcular el momento torsor. La corriente de suministro al motor se mide preferiblemente. La tensión de

suministro puede ser medida o puede ser calculada basándose en las señales de control en el convertidor de frecuencia combinadas con la tensión de la CC (corriente continua) de un circuito rectificador del convertidor de frecuencia.

Un alcance más de la aplicabilidad de la presente invención resultará evidente a partir de la descripción detallada que se proporciona mas adelante. No obstante, se ha de entender que la descripción detallada y los ejemplos concretos, aunque indican realizaciones preferidas e la invención se dan solamente a modo de ilustración, puesto que diversos cambios y modificaciones dentro del espíritu y el alcance de la invención resultarán evidentes para los expertos en la técnica a partir de esta descripción detallada.

Breve descripción de los dibujos

Otras características y ventajas de la presente invención resultarán evidentes a partir de la descripción detallada siguiente de realizaciones preferidas actualmente, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

la Figura 1 es un diagrama de bloques esquemático de una primera realización de un convertidor de frecuencia que incluye un monitor de carga según la invención, que se conecta al convertidor de frecuencia a un motor;

la Figura 2 es un diagrama de bloques esquemático de una segunda realización de un monitor de carga según la invención que está conectado a un motor y posiblemente a un convertidor de frecuencia;

la Figura 3 es un diagrama de flujo de la secuencia de iniciación en una realización de un monitor de carga;

la Figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra el funcionamiento de una realización de un monitor de carga según la invención durante el funcionamiento normal; y

la Figura 5 es un gráfico del momento torsor en función de la velocidad que ilustra valores recogidos del momento torsor a diferentes velocidades y curvas de los valores límite de la carga correspondiente.

Descripción detallada de las realizaciones

En la Figura 1 se muestra un motor eléctrico 100 que recibe su suministro 102 de potencia de un convertidor 110 de frecuencia. El convertidor 110 de frecuencia está dispuesto para variar la velocidad del motor eléctrico 100 controlando la tensión y/o la corriente por medio de la electrónica 112 de potencia en el convertidor 110 de frecuencia. El control de la electrónica de potencia se realiza por medio de un controlador 114.

Según una realización de la invención un monitor 116 de carga está dispuesto en el convertidor 110 de frecuencia. La información necesitada por el monitor de carga puede entonces ser proporcionada directamente por el convertidor 110 de frecuencia o el controlador 114 del convertidor 110 de frecuencia. La información puede estar representada por datos transferidos sobre un bus de datos o al menos una señal que transporta la información sobre una línea de señales. La información proporcionada al monitor de carga puede ser información que represente el momento torsor T presente del motor e información que represente la presente velocidad n del motor.

Según una realización el presente momento torsor y la velocidad del motor pueden ser calculados a partir de la corriente y la tensión presentes, tales ejecuciones son conocidas por los expertos en la técnica. En una realización más la velocidad del motor puede ser proporcionada alternativamente por el valor deseado de la velocidad proporcionada al controlador.

El monitor 116 de carga puede estar conectado a la memoria 118 para almacenar los datos relativos al funcionamiento del monitor 116 de carga, los datos que han de ser almacenados serán examinados más adelante.

Además, el monitor 116 de carga puede estar conectado con al controlador para enviar señales al controlador, estas señales pueden estar destinadas a detener el motor o instruir el convertidor 110 de frecuencia para que realice otras acciones en respuesta a un aviso o alarma originado desde el monitor 116 de carga. El monitor de carga puede estar dispuesto también para proporcionar tales señales de alarma y/o diversos datos con relación al funcionamiento del monitor de carga a una interfaz externa, por ejemplo, una conexión de red, un bus de datos, líneas de señales separadas, etc.

Según una realización el controlador 114 y el monitor 116 de carga son módulos de programa que se ejecutan en un procesador 120, por ejemplo, un microprocesador, una CPU, o cualquier otro dispositivo de tratamiento capaz de ejecutar módulos de programa. En al realización la memoria 118 puede ser la memoria usada por el procesador y, por tanto, ambos el monitor 116 de carga y el controlador 114 pueden usar la misma memoria.

En la Figura 2 se muestra otra realización. En esta realización el monitor 200 de carga está dispuesto exteriormente a un convertidor 210 de frecuencia. El convertidor de frecuencia está dispuesto para proporcionar potencia al motor eléctrico 212, por medio de suministradores 214 de potencia, y para controlar la velocidad del motor controlando características de la potencia en el motor eléctrico 212. El convertidor 210 de frecuencia puede ser un convertidor de frecuencia similar al convertidor de frecuencia de la Figura 1. La funcionalidad general de un convertidor de frecuencia es conocida por el experto.

El monitor 200 de carga incluye un procesador 202 y una memoria 206 dispuestos para recoger y analizar la información recibida con objeto de monitorizar la carga del motor eléctrico 212, la funcionalidad se describirá con mayor detalle más adelante.

La entrada de información en el monitor 200 de carga puede ser dispuesta de un par de maneras. Por ejemplo, el monitor de carga puede incluir entradas 216 dispuestas para ser conectadas a líneas de señales que transporten señales de medios de medición de voltios y o de medios de medición de corrientes dispuestos en los suministros 214 de potencia entre el motor y el convertidor de frecuencia. En ese tipo de realización la línea 218 entre el monitor de carga puede estar dispuesta para que proporcione el convertidor de frecuencia una cualquiera o cualquier combinación de señales de alarma, instrucciones de detención, instrucciones con respecto a la ejecución de alguna acción especificada, y otros datos.

Según otra realización las señales para las entradas 216 pueden ser originadas desde el convertidor de frecuencia. En tal caso no hay necesidad de instalar un equipo de medición separado.

Ahora, con referencia a las Figuras 3, 4 y 5, se describirá el funcionamiento de una realización de un monitor de carga, por ejemplo, el monitor 116 ó 200, de carga, según la invención.

La Figura 3 muestra la secuencia de iniciación en una realización de un monitor de carga según la invención. En adelante, cuando diferentes partes del monitor de carga inventado u otras partes de un sistema de motor en el que el monitor de carga está incorporado sean mencionadas, se hace referencia a la realización mostrada en la Figura 1 como un ejemplo ilustrativo.

La secuencia de iniciación para el monitor 116, 200 de carga se inicia preferiblemente cuando el motor y el sistema han alcanzado un estado de "funcionamiento normal", es decir, cuando el sistema y el motor han sido comprobados y hallado que trabajan correctamente. Ese tipo de estado puede ser determinado manualmente o por medio de algún automatismo. No obstante, para facilitar la instalación del monitor de carga en una pluralidad de diversos sistemas dicho estado puede ventajosamente ser determinado manualmente.

Durante la secuencia de iniciación, el motor 100, 212 funciona con un margen de diferentes velocidades y el presente momento torsor a cada velocidad es medido y almacenado junto con la velocidad registrada correspondiente. Recogiendo automáticamente una pluralidad de momentos torsores y velocidades correspondientes de este modo, se puede calcular un valor límite de la carga a cada velocidad basado en una relación de momento torsor normal verdadero/carga del motor 100, 212 incluso aunque la carga varíe con la velocidad.

Haciendo referencia ahora a la Figura 3 con más detalle, la secuencia de iniciación para el monitor 116, 200 de carga es introducida en la operación 1. En la operación 2, se inicia la recogida automática de momentos torsores y velocidades mediante el establecimiento de una primera velocidad para el motor 100, 212. Cuando se establece la primera velocidad, el monitor 116, 200 de carga espera en la operación 3 hasta que se alcanza un estado de equilibrio del momento torsor del motor en la primera velocidad. Entonces, en la operación 4, el momento torsor del motor 100, 212 es medido en la primera velocidad. El momento torsor medido y la primera velocidad registrada son entonces en la operación 5 almacenados juntos en la memoria 118, 206 del monitor 116, 200 de carga.

Un operador del sistema de motor puede escoger a que velocidades debe ser medido el momento torsor estableciendo una gama de velocidades antes o en relación con una secuencia de iniciación, por ejemplo, la que se describe y es iniciada en relación con la Figura 3. El establecimiento de la gama puede ser efectuado estableciendo cada valor de la velocidad individualmente o estableciendo la gama de velocidades y la frecuencia de las velocidades o el número de velocidades dentro de la gama. Por ejemplo, el operador puede escoger almacenar nueve pares de momentos torsores y velocidades correspondientes distribuidas uniformemente en una gama de velocidades d 300 rpm a 1500 rpm como se ilustra en la Figura 5.

Si la aplicación es tal que el motor 100, 212 debe funcionar solamente a una velocidad única, en ese caso las soluciones de la técnica anterior podrían funcionar exactamente igual de bien que las de la presente invención, la secuencia de iniciación terminaría después de almacenar un par de correspondientes momentos torsores y velocidades, y por consiguiente la secuencia de iniciación terminaría sin bucle de iteración y cambiaría directamente de la operación 6 a la operación 7 en la cual empieza el funcionamiento normal del sistema motriz.

Si dos o más pares de momentos torsores y velocidades correspondientes deben ser almacenados, la secuencia de iniciación retrocede saltando de la operación 6 a la operación 2 y repite las operaciones 2 a 6 hasta que el momento torsor y la velocidad correspondiente han sido almacenados para cada velocidad que el operador ha seleccionado. Entonces, el procedimiento cambia al funcionamiento normal del sistema de motor, operación 7.

Por consiguiente, después de la secuencia de iniciación un grupo de momentos torsores y correspondientes velocidades es almacenado en la memoria 118, 206 del monitor 116, 200 de carga. Si por alguna razón el operador desea cambiar cualquiera de los valores de momento torsor almacenados a diferentes velocidades, la ejecución podría ser tal que los valores almacenados del momento torsor normal fuesen cambiados manualmente.

Haciendo referencia ahora a la Figura 4, en la cual se ilustra el funcionamiento de una realización de un monitor de carga según la invención durante el funcionamiento normal. Se hace referencia todavía a la Figura 1 cuando se mencionan diferentes partes del sistema de motor.

Durante el funcionamiento normal, el presente momento torsor del motor 100, 212, es decir, la carga del motor está expuesta y es monitorizada a la presente velocidad. Este momento torsor presente está relacionado con los momentos torsores y las correspondientes velocidades almacenados durante la secuencia de iniciación para decidir si o no el presente momento torsor a la presente velocidad está dentro de una ordenación aceptable de momentos torsores.

En la operación 8 el presente momento torsor se mide. La presente velocidad es registrada en la operación 9. En la operación 10, se decide si la velocidad registrada corresponde a una cualquiera de las velocidades almacenadas en la memoria 118, 206 durante la secuencia de iniciación.

Si la velocidad registrada corresponde a una velocidad almacenada, el momento torsor "normal" que está almacenado junto con la velocidad almacenada es leído de la memoria 118, 206 en la operación 11.

Si la velocidad registrada no se corresponde con una velocidad almacenada, el momento torsor normal es calculado en la operación 12 a partir de valores del momento torsor almacenados a las velocidades almacenadas que son más altas y más bajas que la presente velocidad. Esto se hace preferiblemente por medio de alguna clase de método de interpolación conocido por un experto en la técnica. Una alternativa más simple que la utilización de la interpolación consiste en seleccionar de la memoria un valor de momento torsor "normal" correspondiente a un valor del momento torsor que se refiera a una velocidad almacenada próxima a la velocidad registrada. Otros métodos de aproximación al momento torsor "normal" son conocidos por los expertos en la técnica.

En la operación 13, valores límite de advertencia, máximo y mínimo, son calculados a partir del valor del momento torsor normal determinado. Los valores límite de advertencia definen límites de la carga a los que debe ser generada una advertencia al operador o a otra parte del sistema de motor. Estos límites de advertencia se usan en adición a aquellos valores límite que en esta memoria son denominados valores límites de la carga y que definen los límites de carga a los cuales ha de ser generada una alarma y/o el sistema de motor se detiene. Por consiguiente, los límites de advertencia están más cerca del momento torsor normal que los límites de carga, véase la Figura 5.

Los valores de los límites de advertencia se calculan como una función del valor del momento torsor normal a una velocidad específica que como se ve anteriormente es a su vez una función de la pluralidad momentos torsores y velocidades almacenados en la memoria 118, 206, y un valor predeterminado de la desviación de advertencia. Ese valor predeterminado de la desviación de advertencia es preestablecido y puede ser cambiado manualmente por el operador. El valor límite de advertencia puede ser calculado añadiendo el valor de la desviación de advertencia en la forma de, por ejemplo, un valor del momento torsor preestablecido al valor de momento torsor normal, o multiplicando el valor del límite de advertencia por el valor de desviación de advertencia en la forma de un factor tal como un valor de porcentaje.

Cuando los valores de los límites de advertencia máximo y mínimo son determinados en la operación 13, el momento torsor medido es comparado con los valores límite de advertencia en la operación 14. En la operación 15, se determina si el momento torsor medido está dentro del margen de límite de advertencia definido por los valores límite de advertencia máximo y mínimo. Si el momento torsor medido está dentro del margen entre los límites de advertencia, el procedimiento del monitor de carga continúa en la operación siguiente 17 y calcula los valores límite máximo y mínimo de la carga. Si el momento torsor medido no está dentro del margen entre los límites de advertencia, una advertencia por ejemplo al operador es activada en la operación 16 y entonces el proceso continúa en la operación 17.

En la operación 17, los valores límites de carga máxima y mínima son calculados de un modo similar a los valores límites de advertencia, es decir tomando el momento torsor normal determinado a la velocidad registrada y ya sea añadiendo un valor de la desviación del momento torsor a este o multiplicando este por un valor de la desviación del momento torsor. El valor de la desviación del momento torsor es también preestablecido y puede ser cambiado manualmente por el operador.

Entonces, cuando los valores límites de carga máxima y mínima son determinados en la operación 17, el momento torsor medido es comparado con los valores límites de carga en la operación 18. En la operación 19, se determina si el momento torsor medido está dentro del margen límite de carga definido por los valores límite de carga máxima y mínima. Si el momento torsor medido no está dentro del margen de los límites de carga, se genera una alarma y/o el motor del proceso es detenido en la operación 20. Si el momento torsor medido está dentro del margen de los límites de carga, el proceso del monitor de carga pasa a la operación 21 y espera un periodo de tiempo predeterminado antes de retroceder a la operación 8 de nuevo para un nuevo bucle de monitorización.

En la Figura 5, se ilustra el momento torsor/carga en función de la velocidad para nueve valores recogidos de momentos torsores normales a velocidades comprendidas en un intervalo de 300 rpm a 1500 rpm. Además, se muestran los valores límites de advertencia máximo y mínimo correspondientes y los valores límites de carga máxima y mínima. En este ejemplo, los valores límite de advertencia se calculan sumando los valores de ±5 al momento torsor normal, y los valores límite de la carga son calculados añadiendo ±10 a los valores del momento torsor normal.

Como en la realización descrita anteriormente de la invención, lo límites de advertencia y carga pueden ser calculados en cada bucle de medición del monitor de carga durante el funcionamiento normal. Esto es ventajoso puesto que no hay necesidad de almacenar todos los valores límite para todas las posibles velocidades que el motor puede utilizar durante el funcionamiento normal. No obstante, en otra realización de acuerdo con la invención todos los valores límite posibles pueden ser calculados y almacenados durante la secuencia de iniciación antes del funcionamiento normal.

En la realización a modo de ejemplo anterior, son calculados ambos valores límites de advertencia/carga máxima y mínima. Alternativamente, solamente un valor límite de momento torsor/advertencia máximo podría ser calculado, en donde el margen de funcionamiento de momento torsor aceptable es definido por el valor límite de la carga máxima y el momento torsor cero.

En la realización descrita anteriormente, ambos valores límite de carga y los valores límite de advertencia son usados. Alternativamente, podrían ser usados solamente los valores límite de carga.

REIVINDICACIONES

1. Un método para monitorizar la carga de un motor, que comprende las acciones de:

medir repetidamente (8) el momento torsor y registrar (9) la velocidad durante el funcionamiento normal,

determinar (11, 12, 13), en relación con cada medición del momento torsor durante el funcionamiento normal, un valor límite de la carga válido para la velocidad registrada, siendo el valor límite de la carga una función de una pluralidad de momentos torsores y velocidades almacenados y un valor predeterminado de la desviación,

comparar (14), en relación con cada medición del momento torsor durante el funcionamiento normal, el momento torsor medido con el valor límite de la carga determinada, y

generar (16) una señal de acción si el momento torsor medido no está dentro de una margen aceptable limitado por el valor límite de la carga determinado.

2. Un método según la reivindicación 1, que comprende además la acción de:

recoger automáticamente (2, 4, 5) dicha pluralidad de momentos torsores y velocidades almacenados durante una secuencia de iniciación antes de dicho funcionamiento normal.

3. Un método según la reivindicación 2, en el que dicha acción de recoger automáticamente comprende las acciones de:

establecer (2) una primera velocidad para el motor,

medir (4), después de la acción de establecer una primera velocidad, un momento torsor del motor,

almacenar (5) el momento torsor medido y el valor de la velocidad correspondiente en una memoria,

establecer (2) una segunda velocidad para el motor después de almacenar el momento torsor medido previamente y el valor de la velocidad correspondiente, y

repetir las acciones de medir (4) y almacenar (5) para la nueva velocidad.

4. Un método según la reivindicación 3, que comprende además, entre dicha acción de establecer durante la secuencia de iniciación una primera velocidad para el motor y dicha acción de medir un momento torsor del motor, la acción de

esperar (3) hasta que es alcanzado un estado de equilibrio del momento torsor del motor a dicha primera velocidad.

5. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha acción de determinar comprende la acción de calcular (13), en relación con cada medición del momento torsor durante el funcionamiento normal, el valor límite de la carga como la función de una pluralidad de momentos torsores y velocidades almacenados y un valor predeterminado de la desviación.

6. Un método según la reivindicación 5, en el que dicha acción de calcular incluye además la acción de interpolar (12) entre dicho momentos torsores y velocidades almacenados para proporcionar el valor límite de la carga a la velocidad registrada si la velocidad registrada no se corresponde con alguna de las velocidades almacenadas.

7. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además las acciones de:

calcular una pluralidad de valores limite de carga como funciones de dicha pluralidad de momentos torsores y velocidades almacenados y el valor predeterminado de la desviación durante una secuencia de iniciación antes de dicho funcionamiento normal, y

almacenar los valores límite de la carga calculados durante dicha secuencia de iniciación.

8. Un método según la reivindicación 7, en el que dicha acción de calcular incluye además la acción de interpolar entre dichos momentos torsores y velocidades almacenados para proporcionar más valores límites de la carga en el caso en que la velocidad registrada no se corresponda con alguna de las velocidades almacenadas.

9. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes,

en el que dicha acción de determinar (11, 12, 13) un valor límite de la carga incluye ambas, la acción de determinar un valor límite de la carga máxima y la acción de determinar un valor límite de la carga mínima, para cada velocidad pertinente,

en el que dicha acción de comparar incluye ambas, la acción de comparar el momento torsor medido con el valor límite de la carga máxima determinado y la acción de comparar el momento torsor medido con el valor límite de la carga mínima determinado, y

en el que dicho margen aceptable está comprendido entre, y limitado por, el valor límite de la carga máxima y el valor límite de la carga mínima.

10. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes,

en el que dicha acción de determinación incluye ambas la acción de determinar el valor límite de dicha carga y la acción de determinar el valor límite de la advertencia que es una función de dicha pluralidad de momentos torsores y velocidades almacenados y un valor predeterminado de la desviación de advertencia que es menor que dicho valor de la desviación para el valor límite de dicha carga, y

en el que dicha acción de comparación incluye ambas la acción de comparar (14) el momento torsor medido con el valor límite de la carga determinada y la acción de comparar (18) el momento torsor medido con el valor límite de advertencia determinado.

11. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicho valor de la desviación predeterminado está en la forma en que produce dicho valor límite de carga cuando es multiplicado por una función de dicha pluralidad de momentos torsores y velocidades almacenados.

12. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en el que dicho valor de la desviación predeterminado está en la forma en que produce dicho valor límite de la carga cuando es añadido a una función de dicha pluralidad de momentos torsores y velocidades almacenados.

13. Un método para iniciar la monitorización y para monitorizar la carga de un motor, que comprende las acciones de:

introducir la secuencia de iniciación,

establecer (2), durante la secuencia de iniciación, una primera velocidad para el motor,

medir (4), después de la acción de establecer una primera velocidad, un momento torsor del motor,

almacenar (5) el momento torsor medido y el valor de la velocidad correspondiente en una memoria,

establecer (2) una segunda velocidad para el motor después de almacenar el momento torsor medido anteriormente y el valor de la velocidad correspondiente,

repetir las acciones de medir (4) y almacenar (5) para la nueva velocidad,

cambiar (7) al funcionamiento normal cuando la secuencia de iniciación está terminada, y

monitorizar un momento torsor presente del motor a una velocidad presente durante el funcionamiento normal y relacionar el momento torsor presente con los momentos torsores y velocidades correspondientes almacenados durante la secuencia de iniciación para decidir si o no el presente momento torsor a la presente velocidad está dentro de un rango de momentos torsores aceptable.

14. Un método según la reivindicación 13, en el que dicha acción de monitorización comprende además las acciones de:

medir repetidamente el momento torsor y registrar la velocidad durante el funcionamiento normal,

determinar, en relación con cada medición del momento torsor durante el funcionamiento normal, un valor límite de la carga para la velocidad registrada, siendo el valor límite de la carga una función de los momentos torsores y velocidades almacenados durante la secuencia de iniciación y un valor de la desviación predeterminado,

comparar, en relación con cada medición del momento torsor durante el funcionamiento normal, el momento torsor medido con el valor límite de la carga determinado,

si el momento torsor medido, durante el funcionamiento normal, no está dentro de un rango aceptable limitado por el valor límite de la carga determinado entonces se genera una señal de accionamiento.

15. Un monitor de carga para monitorizar la carga de un motor, que comprende:

una Unidad de Proceso Central (CPU),

medios para generar de modo automático y repetido una señal para cambiar la velocidad del motor durante una secuencia de iniciación,

una entrada para una señal que representa el momento torsor,

una entrada para una señal que representa la velocidad,

una memoria para almacenar una pluralidad de momentos torsores medidos y correspondientes a las velocidades registradas durante la secuencia de iniciación,

medios para comparar repetidamente, durante el funcionamiento normal, una señal de entrada que representa el momento torsor con un valor límite de la carga válido para una velocidad dada por la señal de entrada, y

medios para proporcionar un valor límite de la carga, siendo el valor límite de la carga una función de la pluralidad de momentos torsores y velocidades almacenados en la memoria y un valor predeterminado de la desviación.

16. Un monitor de carga según la reivindicación 15, que comprende medios además para generar una señal de accionamiento cuando el momento torsor, dado por dicha señal de entrada que representa el momento torsor, está fuera de un rango definido por al menos dicho valor límite de la carga.

17. Un monitor de carga según las reivindicaciones 15 ó 16, que comprende además medios para ejecutar las acciones de una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 12.

18. Un monitor de carga según una cualquiera de las reivindicaciones 15 a 17, en donde dicho monitor de carga está incluido en un convertidor de frecuencia para accionar un motor.

19. Un convertidor de frecuencia para accionar un motor, comprendiendo dicho convertidor un monitor de carga según una cualquiera de las reivindicaciones 15 a 17.

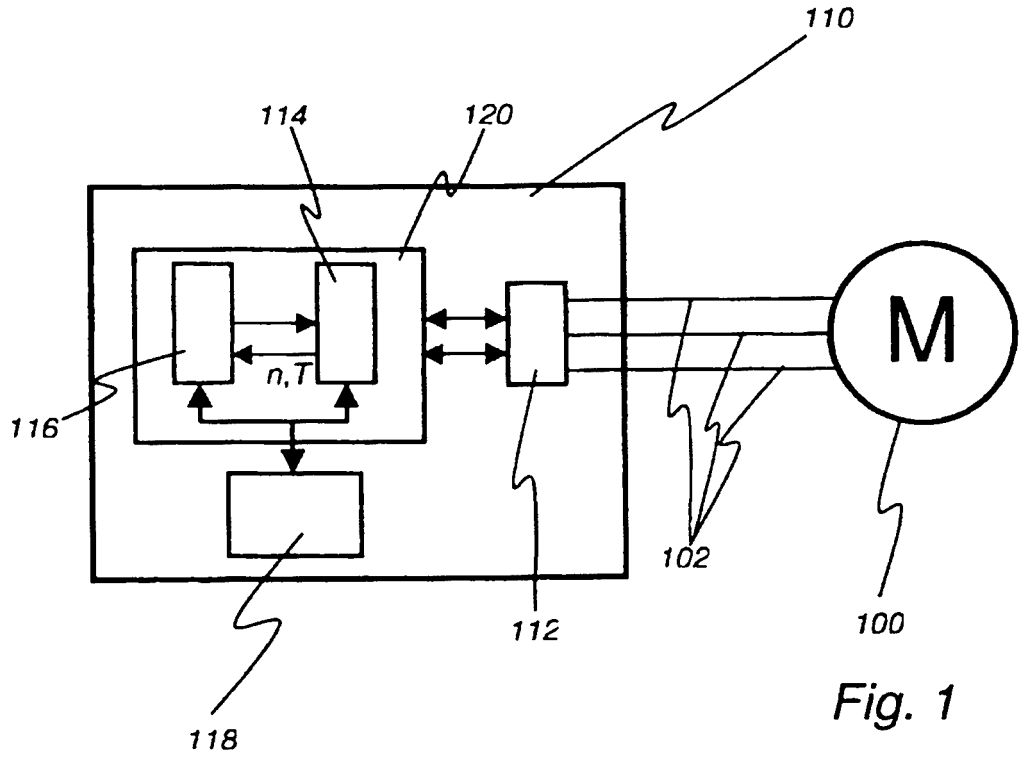
110
114
120
M
n,T
116
102
112
100
118

Fig. 1

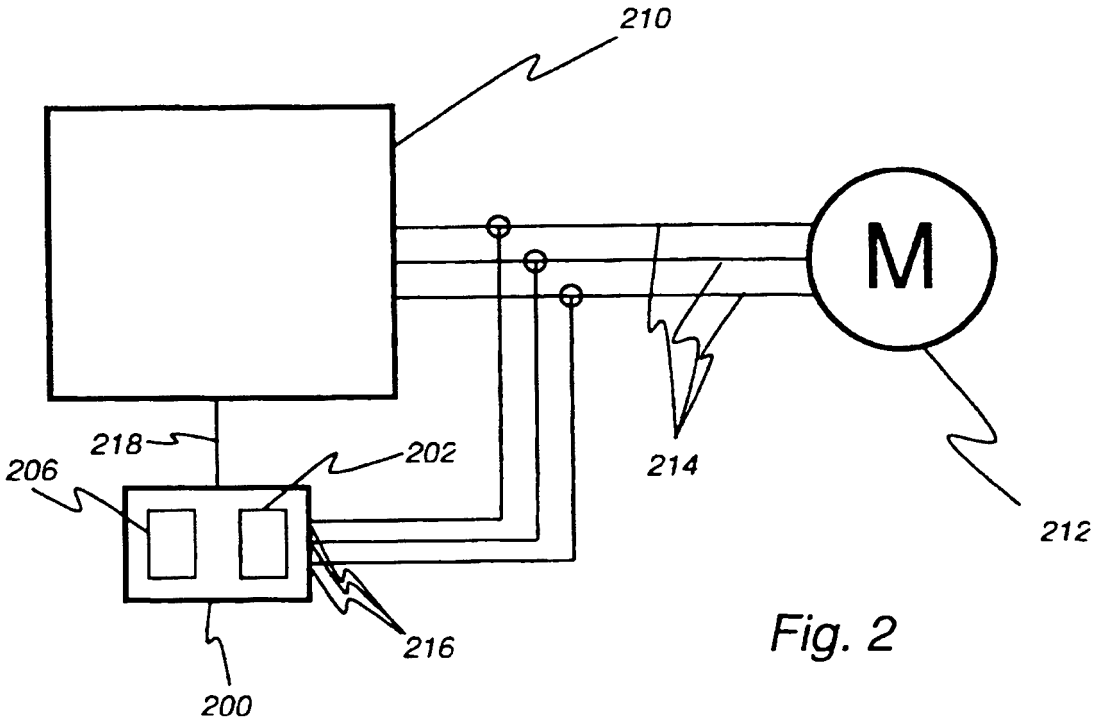
210
M
218
202
206
214
212
216
200

Fig. 2

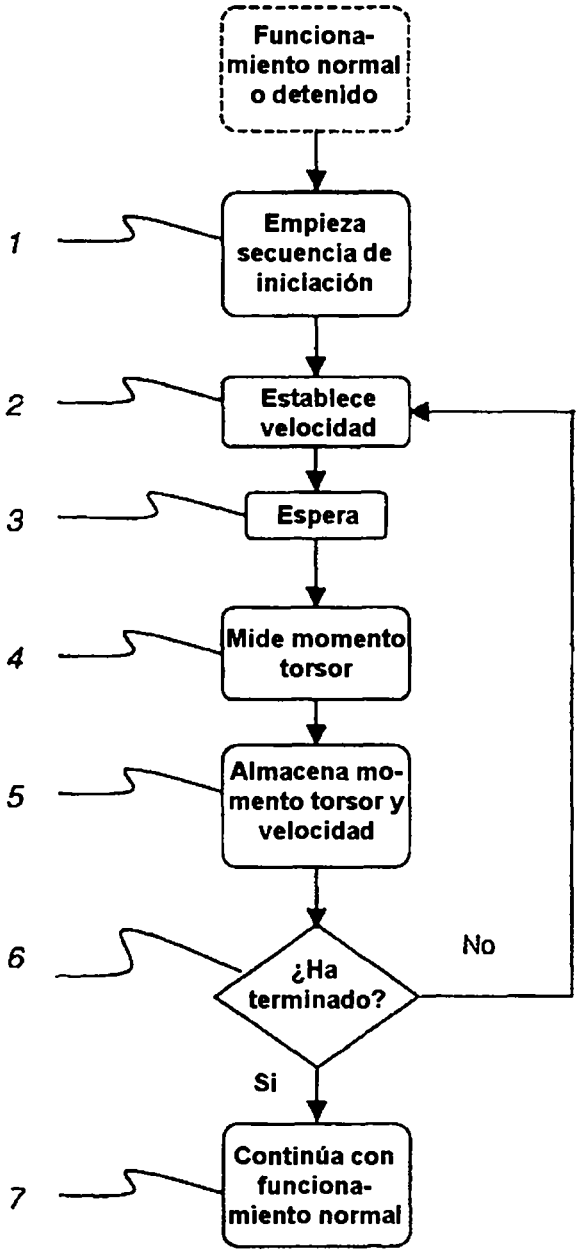
Funciona-
miento normal
o detenido
1
Empieza
secuencia de
iniciación
2
Establece
velocidad
3
Espera
4
Mide momento
torsor
5
Almacena mo-
mento torsor y
velocidad
6
¿Ha
terminado?
No
Si
7
Continúa con
funciona-
miento normal

Fig. 3

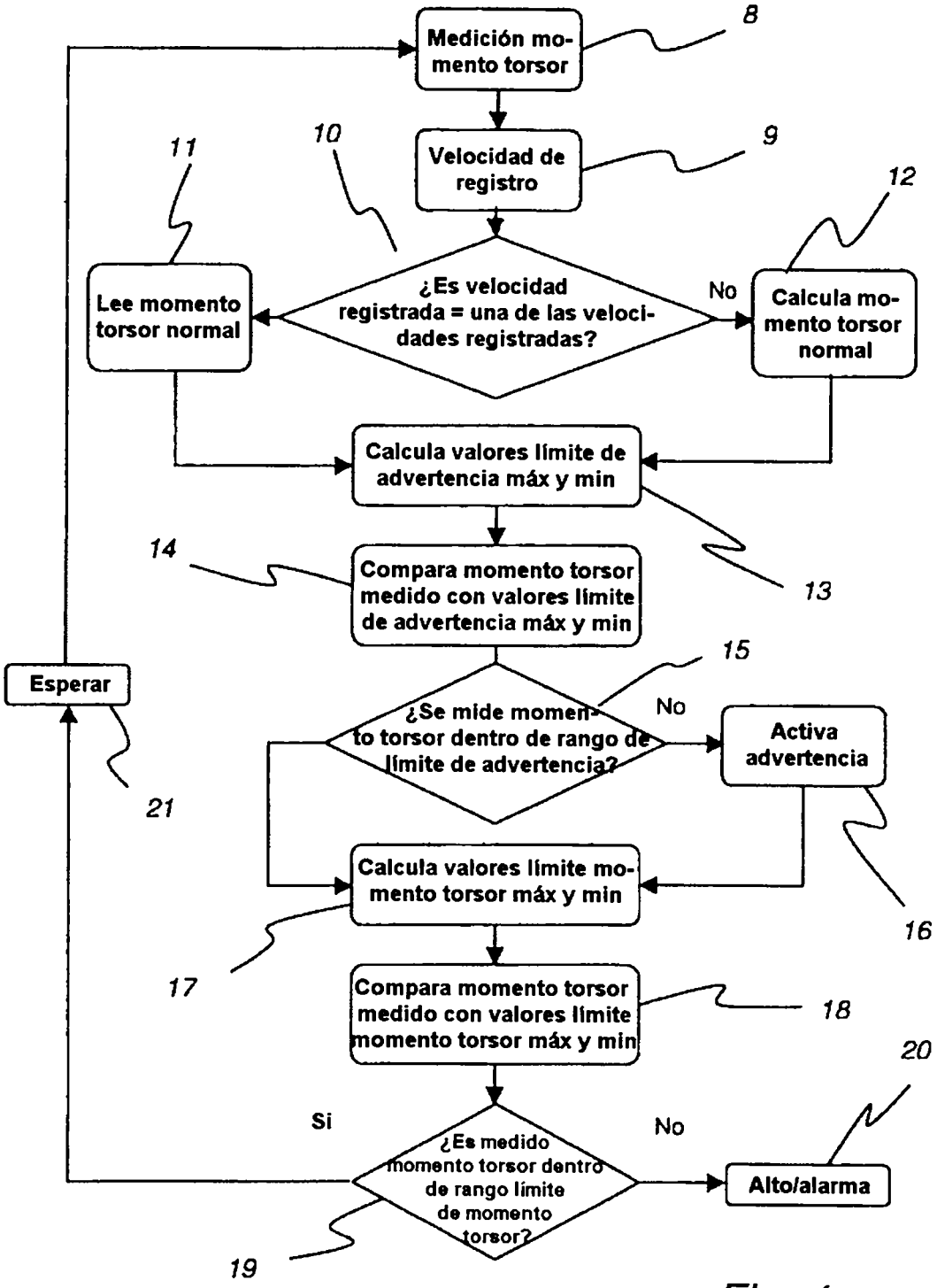
Medición momento torsor
8
Velocidad de registro
9
10
11
12
Lee momento torsor normal
¿Es velocidad registrada = una de las velocidades registradas?
No
Calcula momento torsor normal
Calcula valores límite de advertencia máx y min
13
14
Compara momento torsor medido con valores límite de advertencia máx y min
15
Esperar
21
¿Se mide momento torsor dentro de rango de límite de advertencia?
No
Activa advertencia
16
Calcula valores límite momento torsor máx y min
17
Compara momento torsor medido con valores límite momento torsor máx y min
18
20
Si
No
¿Es medido momento torsor dentro de rango límite de momento torsor?
Alto/alarma
19

Fig. 4

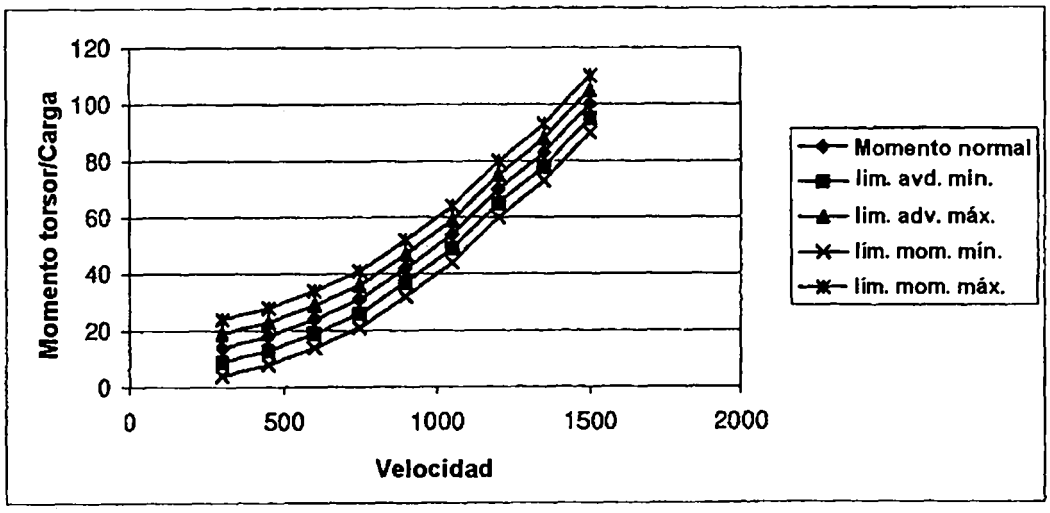
120
100
80
60
40
20
0
Momento torsor/Carga
0
500
1000
1500
2000
Velocidad
Momento normal
lim. avd. min.
lim. adv. máx.
lím. mom. mín.
lím. mom. máx.

Fig. 5