

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 718 053**

51 Int. Cl.:

G01N 27/83 (2006.01)

G01R 33/00 (2006.01)

B66B 7/12 (2006.01)

B66D 1/54 (2006.01)

B66C 15/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.11.2014 PCT/FI2014/050848**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.05.2015 WO15071538**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.11.2014 E 14862489 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2019 EP 3069131**

54 Título: **Aparato y disposición para la monitorización de una condición de un objeto ferroso alargado que tiene un eje longitudinal**

30 Prioridad:

12.11.2013 FI 20136108

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

27.06.2019

73 Titular/es:

**KONECRANES GLOBAL CORPORATION
(100.0%)
Koneenkatu 8
05830 Hyvinkää, FI**

72 Inventor/es:

**SILVO, JONI y
TANSKANEN, ANTTI**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 718 053 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

Aparato y disposición para la monitorización de una condición de un objeto ferroso alargado que tiene un eje longitudinal

Campo

- 5 La presente invención se refiere a la condición de monitorización de objetos ferrosos alargados, por ejemplo cables, y en particular a la monitorización en la que un flujo magnético es guiado a través del objeto que está siendo monitorizado.

Antecedentes

- 10 La siguiente descripción de la técnica anterior puede incluir indicios, descubrimientos, entendimientos o divulgaciones, o asociaciones junto con divulgaciones no conocidas por la técnica relevante antes de la presente invención pero que son proporcionadas por la invención. Algunas de estas contribuciones de la invención se pueden señalar específicamente a continuación, mientras que otras contribuciones de la invención serán evidentes a partir de su contexto.

- 15 Los cables se utilizan normalmente en grúas para elevar cargas, por ejemplo, contenedores. Los cables se desgastan durante el uso y su condición debe ser monitorizada para garantizar su seguridad. Los fallos típicos de los cables incluyen Fallos Locales (LF), en los que se rompen alambres simples en la superficie del cable o dentro del cable, y la Pérdida de Área Metálica (LMA), en la que se reduce el diámetro del cable. Un cable defectuoso puede tener un diámetro incrementado debido a que la superficie del cable está defectuosa. El diámetro puede incrementarse, por ejemplo, por suciedad, por un objeto extraño que se une al cable y / o hilos o alambres sueltos en la superficie del cable. En otro ejemplo, el cable puede ser defectuoso por un objeto extraño que está unido al cable, con lo que el diámetro del cable puede haber aumentado.

- 20 Típicamente, la condición de los cables se verifica midiendo un cable a la vez en toda su longitud para determinar la condición. Los instrumentos de medición dedicados pueden unirse al cable durante la duración de la medición y el personal de mantenimiento que realiza las mediciones también puede inspeccionar visualmente el cable. Después de realizar las mediciones, los instrumentos se separan del cable y se puede inspeccionar el siguiente cable. En consecuencia, la verificación típica de la condición lleva tiempo y requiere expertos altamente calificados que están especializados en el mantenimiento de los cables. La disponibilidad de los expertos y los instrumentos de medición para verificar los cables de las grúas también puede afectar la programación del mantenimiento del cable, lo que dificulta aún más la programación del mantenimiento, por lo que es aún más difícil lograr una alta eficiencia operativa.

- 25 En consecuencia, la condición de los cables suele ser verificada manualmente por instrumentos que son instalados temporalmente en los cables por el personal de servicio. Normalmente, estos instrumentos comprueban la condición del cable saturando magnéticamente el cable y midiendo el flujo magnético dentro y fuera del cable. Estos instrumentos se ajustan apretadamente alrededor del cable monitorizado para permitir una transferencia eficiente del flujo magnético hacia y desde el cable. Sin embargo, los instrumentos deben retirarse después de que se hayan realizado las mediciones para que los cables y la grúa puedan operar para manejar la carga útil. Si estos instrumentos no se retiran de los cables, los instrumentos pueden desplazarse unidos al cable de la maquinaria de elevación y, en consecuencia, dañar gravemente la maquinaria de elevación e incluso dejar caer la carga útil transportada por los cables al suelo.

- 30 En consecuencia, los instrumentos actuales requieren un trabajo manual por parte del personal de mantenimiento, lo cual introduce la posibilidad de un error humano y, por otro lado, puesto que los instrumentos actuales no se pueden utilizar cuando se está manejando la carga útil, la monitorización de la condición de los cables requiere planificación de mantenimiento durante el cual la grúa no se utiliza para manejar la carga útil.

- 35 El documento norteamericano RE40166E divulga un procedimiento y aparato magnético no destructivo para la medición del área de la sección transversal y la detección de fallos locales en los cables. Se crea un flujo magnético al cable sometido a la prueba. Un flujo base fluye a través del cable entre los polos. Parte del flujo magnético se fuga fuera del cable y forma un flujo de fuga. Se utilizan insertos accesorios para permitir la prueba de cables que tienen varios diámetros dentro de un rango predeterminado.

- 40 Los insertos accesorios deben ser ajustados firmemente entre los polos y el cable para conducir eficientemente el flujo magnético entre el cable y los polos y de esta manera evitar pérdidas en el flujo magnético. Por lo tanto, los insertos accesorios son específicos para cada diámetro de cable utilizado.

Los cables existen en varios tamaños dependiendo de su área de aplicación. El diámetro de la sección transversal del cable puede variar, por ejemplo, debido a la construcción del cable, el material de fabricación, la resistencia re-

querida y los requisitos planteados por el área de aplicación del cable. Por otro lado, el diámetro del cable puede cambiar durante su uso, por ejemplo, debido al desgaste del cable.

La distancia de los polos desde el cable bajo prueba cambia a medida que se cambia el diámetro del cable. La distancia de los polos al cable afecta la proporción del flujo magnético que se fuga fuera del cable y la proporción del flujo magnético que se transmite a través del cable. Esto causa imprecisiones en la prueba del cable cuando se mide el flujo magnético. Por consiguiente, la distancia de los polos al cable afecta la magnetización del cable bajo prueba, es decir, la cantidad de flujo magnético a través del cable bajo prueba. El flujo magnético detecta los espacios de aire entre los polos y el cable bajo prueba como resistencias, por lo que un aumento de los espacios de aire se refleja en una disminución en la cantidad de flujo magnético que es transportado por el cable. A medida que la cantidad de flujo magnético transportado por el cable disminuye por las separaciones de aire incrementadas, la saturación del cable también disminuye y la saturación del cable puede incluso ser eliminada. La menor saturación del cable puede hacer que no se detecten defectos en el cable, ya que la baja saturación del cable permite que la proporción del flujo magnético transportado por el cable y las fugas fuera del cable debido a defectos se reduzca o incluso sea despreciable, lo que hace que sea difícil o incluso imposible detectar defectos en el cable por el flujo magnético que fuga fuera del cable.

Por otro lado, si la variación del diámetro del cable se compensa con los insertos entre los polos y el cable bajo prueba, la colocación de los insertos lleva tiempo, lo que reduce la eficiencia operativa de los cables y de la grúa en la que se instalan los cables. Además, la instalación de los insertos requiere personal competente, al menos con el fin de realizar la instalación de manera segura en lugares que puedan estar por encima del suelo y / o que tengan peligro de alto voltaje. Es posible que este personal no esté disponible en el mismo país o incluso en el mismo continente. Por lo tanto, el uso de los cables puede ser impedido, al menos por razones de seguridad, hasta que el personal competente esté en el lugar para realizar la instalación. El trabajo manual necesario para instalar los insertos también presenta un riesgo de error humano. Además, la unión de piezas tales como los insertos que se instalan de manera que luego puedan ser desinstalados, tiende a aflojarse involuntariamente, lo que conlleva el riesgo de que el aflojamiento no se detecte y se produzcan resultados falsos de las pruebas del cable y una mayor necesidad de mantenimiento.

Sumario

A continuación se presenta un resumen simplificado de la invención para proporcionar una comprensión básica de algunos aspectos de la invención. Este resumen no es una visión general extensa de la invención. No se pretende identificar elementos clave / críticos de la invención o delinear el alcance de la invención. Su único propósito es presentar algunos conceptos de la invención en forma simplificada como preludeo a la descripción más detallada que se presenta más adelante.

Varias realizaciones de la invención comprenden un aparato, una disposición de monitorización, un procedimiento y una grúa como se define en las reivindicaciones independientes. Otras realizaciones adicionales de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

De acuerdo con un aspecto, se proporciona un aparato para monitorizar una condición de un objeto ferroso alargado que tiene un eje longitudinal, incluyendo el citado aparato al menos un circuito de magnetización que incluye polos magnéticos separados a lo largo del eje longitudinal, y sensores de campo magnético dispuestos en los polos, comprendiendo los citados polos patines polares para dirigir el flujo magnético entre los polos y el objeto monitorizado, comprendiendo los patines polares aberturas entre el objeto monitorizado y los polos, comprendiendo una abertura dos extremos separados en una dirección perpendicular al eje longitudinal por una sección media que define una abertura más pequeña que los extremos para concentrar el flujo magnético en la sección media.

De acuerdo con un aspecto, se proporciona una disposición que comprende uno o más objetos alargados para elevar la carga útil y un aparato de acuerdo con un aspecto unido a los objetos alargados.

Algunas de las realizaciones proporcionan mejoras en la monitorización de objetos ferrosos alargados al concentrar un flujo magnético a lo largo del objeto monitorizado, de modo que se pueda permitir un espacio más grande entre el objeto monitorizado y los polos magnéticos. Preferiblemente, los sensores de campo magnético están posicionados con respecto al flujo magnético concentrado. De esta manera, se les proporciona a los sensores de campo magnético un flujo magnético sustancialmente homogéneo y fuerte para una medición precisa del flujo magnético. Una medición precisa del flujo magnético puede proporcionar un pronóstico fiable de la vida útil de los cables.

Algunas realizaciones proporcionan mejoras en la medición del campo magnético fuera de un objeto monitorizado saturado.

Otras mejoras adicionales se harán evidentes a partir de la descripción que se acompaña.

Breve descripción de los dibujos

En lo que sigue se describirán realizaciones con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

- la figura 1 ilustra una arquitectura general de la disposición para monitorizar objetos ferrosos alargados que tienen un eje longitudinal de acuerdo con una realización;
- 5 la figura 2a ilustra la monitorización de una condición de un objeto ferroso longitudinal que tiene un eje longitudinal mediante un aparato que comprende circuitos de magnetización, de acuerdo con una realización;
- la figura 2b ilustra una vista lateral y una corriente de flujo magnético entre los polos de uno de los circuitos de magnetización de la figura 2a;
- 10 la figura 3 ilustra una vista en sección transversal de un patín polar de un circuito de magnetización de acuerdo con una realización;
- la figura 4 ilustra el posicionamiento de un sensor de campo magnético entre los polos magnéticos del circuito de magnetización y al lado del objeto longitudinal monitorizado de un aparato de monitorización de acuerdo con una realización; y
- 15 la figura 5 ilustra una sección transversal entre los polos de los circuitos de magnetización en la dirección del cable que entra en el pasaje formado por los circuitos de magnetización.

Descripción detallada

En lo que sigue se hace referencia a los objetos ferrosos alargados como cables hechos de hierro o de derivados de hierro. La presencia de hierro confiere propiedades magnéticas a los cables, de modo que el cable puede ser magnetizado. Las propiedades magnéticas se pueden proporcionar utilizando un material ferroso para el cable. Los materiales ferrosos incluyen metales ferrosos como el acero dulce, acero al carbono, hierro fundido y hierro forjado. La mayoría de los metales ferrosos tienen propiedades magnéticas proporcionadas, por ejemplo, por el uso de ferrita (a-Fe) en la aleación metálica.

En diversas realizaciones, la carga útil puede referirse a objetos amovibles que se transportan entre ubicaciones físicas en el suelo, en edificios y / o en vehículos. Los objetos amovibles pueden ser cargas transportadas por vehículos entre un origen, por ejemplo, un puerto, y un destino, por ejemplo, un almacén. En un ejemplo, los objetos amovibles pueden ser contenedores que tienen dimensiones estandarizadas y son convencionales en el transporte de mercancías por barcos y camiones.

Los ejemplos de objetos ferrosos alargados incluyen pero sin limitación, objetos tales como una varilla de acero, tubo, cable o cable de alambres. Con propósitos de la descripción, el término "cable" se usa para referirse a todas estas estructuras. Se entiende la sección transversal del cable puede definir un perfil circular, curvilíneo, rectangular, triangular o en facetas.

Un cable típico es una colección lineal de capas, hilos o hebras que se enrollan juntos para combinarlos en una forma más grande y más resistente. Los materiales adecuados para los cables incluyen, entre otros, acero y arrabio (con un contenido de carbono con pequeño porcentaje) y aleaciones de hierro con otros metales. También se pueden usar otros materiales siempre que puedan ser magnetizados para permitir una corriente de flujo magnético dentro del material. También se deben considerar los requisitos relacionados con las implementaciones prácticas de los cables, tales como la tensión que deben soportar los cables.

La figura 1 ilustra una arquitectura general de la disposición de monitorización de cables de acuerdo con una realización. El dispositivo de monitorización de cables incluye uno o más aparatos 106 para monitorizar una condición de los cables. Los aparatos tienen circuitos magnetizantes que generan un flujo magnético entre los polos magnéticos. Los aparatos se instalan en los cables de modo que el cable pueda estar sometido al flujo magnético generado y el cable esté saturado por el flujo magnético. En consecuencia, el cable está saturado a lo largo de su longitud entre los polos. El flujo magnético generado fluye entre los polos a través del cable. Los aparatos incluyen sensores que pueden medir el flujo magnético que entra y / o sale del cable. También se pueden proporcionar otros sensores como se ilustra en la figura 2b.

Con referencia de nuevo a la figura 1, los cables pueden unirse a una estructura de soporte 102, con lo que la carga útil y el equipo de manejo de la carga útil 104, por ejemplo, ganchos, pueden estar unidos a los cables para ser soportados por los cables de manera que la carga útil pueda ser manejada, por ejemplo elevada o bajada por el cable. Los cables pueden estar unidos a la estructura de soporte de manera que sean amovibles, por ejemplo, por elevación. La maquinaria de elevación se puede utilizar para proporcionar la elevación mediante la instalación de los cables en la maquinaria de elevación.

Se puede conectar un controlador 108 a los aparatos instalados en los cables. El controlador puede estar conectado directamente a los aparatos o puede estar conectado por medio de la estructura de soporte. Una conexión directa entre el controlador y el aparato puede ser una conexión eléctrica implementada, por ejemplo, por un bus de datos, por ejemplo, la Arquitectura Estándar de la Industria (ISA) o el bus de Interconexión de Componentes Periféricos (PCI) utilizado en los ordenadores, cuando el controlador se implementa dentro de los aparatos. El controlador puede ser un ordenador o una unidad de procesamiento que incluya, por ejemplo, circuitos lógicos y memoria. En un ejemplo, el controlador puede ser un PLC de controlador lógico programable como es convencional en grúas. En las grúas, el PLC se conecta a las funciones de la grúa, por ejemplo, la maquinaria de elevación. Se puede usar un bus industrial, por ejemplo, Profibus (Bus de Campo de Proceso) y CANopen, para conectar el PLC y las funciones de la grúa. La memoria puede ser una memoria volátil o no volátil, por ejemplo, EEPROM, ROM, PROM, RAM, DRAM, SRAM, firmware, lógica programable, etc.

Por consiguiente, en un ejemplo, los aparatos instalados en los cables pueden conectarse al controlador por medio de una conexión a un bus industrial provisto en la estructura de soporte. La conexión entre los aparatos instalados en los cables y la estructura de soporte se puede proporcionar mediante una conexión inalámbrica o cableada (no mostrada). Se puede proporcionar una conexión inalámbrica mediante información comunicada en una banda de radiofrecuencia mediante un transmisor y un receptor que empleen los protocolos correspondientes que permitan la transferencia de la información entre ellos. En un ejemplo, se puede implementar una conexión inalámbrica mediante una conexión de red de área local inalámbrica de acuerdo con la familia de especificaciones IEEE 802.11.

Se puede implementar una conexión cableada mediante el cableado eléctrico que se conecta al bus industrial en la estructura de soporte por medio de un adaptador. El cableado eléctrico y los protocolos de comunicaciones pueden ser específicos para la implementación. En un ejemplo, el cableado eléctrico puede implementarse como una conexión de bus industrial.

Los aparatos instalados en los cables pueden operar al menos como transmisores para permitir la transferencia de información de medición a un receptor ubicado en la estructura de soporte. Sin embargo, es posible que la conexión entre la estructura de soporte y los aparatos instalados en los cables sea bidireccional y ambos extremos de la conexión operen como transmisores y receptores, es decir, transceptores.

Por consiguiente, en un ejemplo, una conexión cableada proporcionada por un bus industrial se puede usar entre la estructura de soporte, por ejemplo, la maquinaria de elevación, y el controlador, y una conexión inalámbrica se pueden usar entre la estructura de soporte y un aparato de monitorización unido a los cables.

El controlador puede conectarse a un centro de servicio 112 por medio de una red 110. La red puede ser una red de área ancha que incluye una o más redes de acceso que pueden proporcionar acceso cableado o inalámbrico a la red. Las redes de acceso inalámbrico pueden ser implementadas por la WLAN o por redes de comunicaciones móviles definidas por los Proyecto de Asociación de 3ª Generación, por ejemplo, Sistema Global para Comunicaciones Móviles, Radio Acceso Terrestre Troncal, Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles, Evolución a Largo Plazo y LTE-Avanzado. El acceso cableado se puede proporcionar a través de conexiones Ethernet. El protocolo de Internet versión 4 o 6 se puede utilizar para el direccionamiento en las comunicaciones.

El controlador y el centro de servicio pueden estar equipados con adaptadores que proporcionen las capacidades de comunicación en las conexiones. En un ejemplo, los adaptadores para comunicaciones inalámbricas incluyen módems que funcionan de acuerdo con los estándares de comunicaciones que se han mencionado más arriba. Los adaptadores para conexiones cableadas pueden incluir tarjetas de bus conectadas a buses internos y, por lo tanto, proporcionar conectividad cableada a las plataformas de hardware y / o software de las entidades descritas.

El centro de servicio puede estar conectado a un almacén de datos 114 que almacena información de cables instalados. La información almacenada puede comprender información que identifica los cables e incluye información sobre el estado de los cables. Los cables pueden ser identificados por la grúa y / o por la funcionalidad de la grúa en la que están instalados, por ejemplo. La condición se puede especificar como un período de tiempo hasta que se realice el mantenimiento y / o como un nivel de la condición. Los diferentes niveles de condición pueden ser: excelente, bueno, necesita mantenimiento y está dañado. Cada nivel puede ser especificado por uno o más umbrales para determinar qué condición coincide con las mediciones recibidas del cable. El controlador puede procesar la información de medición de los cables y determinar la condición y / o el período de tiempo hasta que se deba realizar el mantenimiento. También es posible que el centro de servicio reciba la información de medición de los cables a través del controlador y el centro de servicio determine la condición y / o el período de tiempo hasta que se deba realizar el mantenimiento. El almacén de datos puede ser interno al centro de servicio o externo al centro de servicio. El centro de servicio puede ser implementado como un ordenador que incluye un bus interno que se conecta al almacén de datos a través del bus. En otro ejemplo, el almacén de datos reside en un servidor externo al centro de servicio y el almacén de datos puede conectarse a través de una conexión cableada o inalámbrica que puede ser implementada de acuerdo con los estándares de comunicaciones que se han descrito más arriba.

Preferiblemente, los aparatos instalados en los cables permiten el movimiento de los cables a medida que son elevados. En un ejemplo, el aparato está instalado alrededor de un cable que es monitorizada por el aparato. En consecuencia, a medida que se eleva el cable, se mueve a través del aparato instalado alrededor del cable. De esta manera, el aparato puede medir el cable a lo largo de toda la longitud del cable mientras se eleva el cable. Para permitir el movimiento, el aparato tiene un pasaje que permite el movimiento del cable en la dirección de elevación. En un escenario de despliegue típico, en el que los cables se elevan en una dirección vertical, por ejemplo, al levantar la carga útil o al bajar la carga útil al suelo, los aparatos instalados en los cables pueden ser soportados en la estructura de soporte mediante el cableado para suspenderlos en una posición adecuada con respecto al cable. Esto puede ser deseable por razones prácticas para evitar que el aparato se deslice hacia el gancho, por ejemplo. Por otro lado, es posible que el aparato esté integrado en el gancho u otra estructura por la que pasa el cable, y no se necesita cableado para sostener el aparato. Sin embargo, si el soporte es necesario o no y la forma en que se implementa están relacionados con los detalles que no necesitan ser explicados en la presente memoria descriptiva para evitar ocultar la descripción con demasiados detalles.

La figura 2a ilustra la monitorización de una condición de un cable 202 mediante un aparato 200 que comprende circuitos de magnetización de acuerdo con una realización. Los circuitos de magnetización se ilustran en su posición cerrada alrededor del cable. En la posición cerrada, los circuitos de magnetización forman un pasaje para que el cable se desplace entre los circuitos de magnetización. En consecuencia, el diámetro del pasaje es más grande que el diámetro del cable. El aparato puede ser usado para implementar un aparato instalado alrededor de los cables que se describen en una disposición de monitorización de cable de la figura 1. En la figura 2a, dos circuitos de magnetización están dispuestos alrededor del cable. Cada uno de los circuitos de magnetización incluye dos polos 204a, 204b que están dispuestos a lo largo del eje longitudinal del cable. Los polos saturan magnéticamente el cable, por lo que un flujo magnético fluye en el cable a lo largo de la longitud del cable, entre los polos de ambos circuitos de magnetización. Los polos magnéticos pueden ser proporcionados por imanes permanentes o por electroimanes, de manera que se genere un flujo magnético, como es bien conocido por un experto y, por lo tanto, esto no necesita ser explicado adicionalmente en la presente memoria descriptiva.

Los polos de cada circuito de magnetización están conectados por guías de flujo magnético 208a, 208b que guían el flujo magnético entre los polos. En consecuencia, las guías de flujo magnético guían el flujo magnético entre los polos fuera del cable. La figura 2b ilustra una vista lateral y una trayectoria de flujo ejemplar 211 del flujo magnético entre los polos de uno de los circuitos de magnetización de la figura 2a. Preferiblemente, el flujo magnético introducido por ambos circuitos de magnetización en el cable es sustancialmente el mismo.

Los patines polares 206a, 206b están dispuestos entre los polos y el cable. Los patines polares guían el flujo magnético entre cada uno de los polos y el cable. De esta manera, el flujo magnético que sale de los polos se puede concentrar en el cable, así como el flujo magnético que sale del cable se puede concentrar en los polos.

Los circuitos magnetizantes están dispuestos en lados opuestos del cable. Los patines polares están dispuestas a una distancia del cable de modo que el flujo magnético pueda fluir entre el cable y cada una de los patines polares. En consecuencia, los patines polares definen un pasaje para el cable a medida que el cable se mueve a través de los circuitos magnetizantes. Preferiblemente, los patines polares están diseñadas a una distancia constante del cable, siguiendo así la forma del cable que pasa por los circuitos magnetizantes. En consecuencia, la sección transversal del aparato cuando los circuitos magnetizantes están cerrados alrededor del cable, coincide sustancialmente con la sección transversal del cable, en el lado de los circuitos magnetizantes que se encuentran con el cable.

Los circuitos magnetizantes dispuestos alrededor del cable pueden ser iguales y estar hechos de un material ferroso. Los circuitos magnetizantes pueden implementarse en mitades opuestas de una estructura, por ejemplo, en piezas de cuerpos de aleación o cualquier material no ferroso que aloje los circuitos magnetizantes. También es posible implementar los circuitos magnetizantes sin una estructura de carcasa separada, con lo que el aire que rodea los circuitos magnetizantes puede servir el propósito de la carcasa aislando magnéticamente los circuitos magnetizantes.

Los circuitos magnetizantes pueden incluir uno o más sensores 207a, 207b, 209 para medir el flujo magnético. Los sensores pueden ser instalados en cada uno de los polos para medir el flujo magnético dejando un polo hacia el cable y para medir el flujo magnético recibido en el otro polo desde el cable. De esta manera se puede medir la magnetización del cable. La magnetización medida del cable se puede utilizar para determinar el estado del cable. Las variaciones de la magnetización pueden indicar un cable defectuoso, uno o más objetos extraños unidos al cable y / o un fallo en el equipo de medición. El cable defectuoso puede comprender un cable con un diámetro aumentado y / o con un diámetro reducido como se ha descrito más arriba. También puede ser posible detectar cables defectuosos incluso si su diámetro no se reduce o se incrementa.

Uno o más sensores 209 pueden ser instalados entre los polos en la dirección longitudinal del cable. La dirección longitudinal puede estar definida por el eje longitudinal del cable. Preferiblemente, los sensores se instalan paralelos al cable en la dirección longitudinal. De esta manera, se puede medir el flujo magnético que se ha fugado fuera del cable. Esto puede suceder cuando el cable es defectuoso.

El flujo magnético se puede medir por su magnitud. La magnitud puede ser indicada por señales analógicas o digitales. Las señales pueden ser señales eléctricas que tienen voltajes que corresponden a las magnitudes medidas del flujo magnético.

5 La figura 3 ilustra una vista en sección transversal de un patín polar 306 de un circuito magnetizante de acuerdo con una realización. El patín polar comprende aberturas entre el cable 302 y un polo magnético. Las aberturas 316a, 316b están ubicadas alejadas de un trayecto directo 321 del flujo magnético 320 entre el polo y el centro del cable ilustrado por un punto negro. El patín polar magnético puede ser el patín polar magnético ilustrado en las figuras 2a o 2b, por ejemplo. La forma de los patines polares y la resistencia de los polos magnéticos se diseñan preferiblemente de modo que el cable esté saturado, cuando el circuito magnetizante está alrededor del cable y se genera un
10 flujo magnético en el cable por el circuito magnetizante. En la figura 3, las aberturas están provistas por una sola abertura 316a, 316b, 316c que tiene dos extremos 316a, 316b, separados en una dirección W perpendicular a la dirección longitudinal del cable por una sección media 316c. Las aberturas permiten que el flujo magnético entre el polo y el cable se pueda concentrar y sea sustancialmente homogéneo en el punto de medición, por lo que se puede permitir un espacio mayor entre el cable y los patines polares sin perder la precisión de la medición. El espacio más
15 grande hace que los circuitos magnetizantes permitan el movimiento del cable monitorizado, por lo que los circuitos magnetizantes pueden unirse alrededor del cable durante el uso operacional del cable, por ejemplo en el manejo de la carga útil. Además, puesto que las aberturas proporcionan un flujo eficiente del flujo magnético entre el cable y los polos, se facilita la monitorización fiable de los cables que tienen un diámetro reducido, por ejemplo debido al desgaste.

20 La sección media define una abertura más pequeña que los extremos, por lo que el flujo magnético que es guiado a través del patín polar tiene una mayor resistencia magnética para desplazarse a través de las aberturas en los extremos que a través de la sección media. Preferiblemente, la abertura definida por la sección media es más pequeña al menos en la dirección de altura H. De esta manera, el flujo magnético se concentra y es sustancialmente homogéneo en la sección media y la densidad del flujo magnético es mayor en la sección media que en las aberturas
25 alrededor de la sección media. Se debe tener en cuenta que el flujo magnético a través del patín polar también puede desplazarse alrededor de las aberturas, mientras sigue desplazándose dentro del patín polar. De esta manera, se puede prever que el flujo magnético se desplace entre los polos y el cable también a los lados del cable, en los que el patín polar está cubriendo el cable. La posición y el tamaño exacto de las aberturas pueden diseñarse para evitar la fuga del flujo magnético del patín polar, mientras permite que el flujo magnético se desplace entre el polo y el
30 cable.

La sección media comprende un sensor de flujo magnético 307 que mide el flujo magnético que pasa entre el polo y el cable. El flujo magnético resultante medido en la mitad de la sección media es sustancialmente homogéneo. En consecuencia, el flujo magnético que entra y sale del cable puede medirse con precisión. La sección media está ubicada preferiblemente entre el cable y el polo. La posición de la sección media en la sección transversal de la
35 figura 3 puede definirse para centrarse en su dirección de anchura W en la trayectoria directa del flujo magnético entre el polo y el centro del cable. La dirección de la anchura puede ser perpendicular a la dirección de altura H. Las secciones transversales ilustradas de las aberturas pueden tener varias formas, por ejemplo formas circulares u ovaladas. Se debe apreciar que las aberturas ilustradas en la vista en sección transversal se extienden en la práctica a lo largo de la longitud del cable en el patín polar.

40 La sección media de las aberturas es preferiblemente lo suficientemente ancha para acomodar el sensor. En la dirección de altura H, es decir, en la dirección de la trayectoria directa del flujo magnético, la sección media define preferiblemente una abertura más pequeña por estar más baja que los extremos. La sección media se coloca además simétricamente con respecto a los extremos de la abertura, de modo que la sección media esté centrada hacia los extremos en la dirección de la altura. De esta manera, el flujo magnético que entra y sale de la sección media es
45 guiado por los extremos que se muestran como resistencias al flujo magnético. Se debe apreciar que los extremos tienen preferiblemente una menor permeabilidad que el patín polar circundante para facilitar el guiado del flujo magnético. Por consiguiente, en un ejemplo, el patín polar es de material ferroso y la abertura puede ser aire o cualquier otro material que tenga una baja permeabilidad en comparación con el patín polar.

50 El flujo magnético se ilustra en la figura 3 por las líneas de flujo 320 que entran en el cable a través del patín polar y entran en el cable, en el que el flujo magnético se propaga lejos del espectador como se indica por cruces, como lo indica la dirección convencional del flujo magnético. En la ilustración, el cable está saturado por el flujo magnético para monitorizar el cable al medir el flujo magnético transportado por el cable y el flujo magnético que se fuga del cable saturada. El flujo magnético transportado por el cable puede medirse mediante sensores en los patines polares de acuerdo con la figura 2b. El sensor puede medir el flujo magnético que sale del cable saturado entre los polos
55 y al lado del cable monitorizado, como se ilustra en la figura 4.

Con referencia a la figura 3, las aberturas en los patines polares permiten concentrar el flujo magnético en el sensor de campo magnético y en el cable monitorizado. De esta manera, el campo magnético al que se somete el cable monitorizado puede ser medido con precisión. El patín polar de la figura 3 puede instalarse en los polos del circuito magnetizante de las figuras 2a y 2b. De esta manera, el cable puede estar saturado por los circuitos magnetizantes

de tal manera que el flujo magnético se concentra en los sensores en los patines polares. La figura 4 ilustra el posicionamiento de un sensor de campo magnético 409 entre los polos magnéticos 406 del circuito magnetizante y al lado del cable monitorizado 402 de un aparato de monitorización de acuerdo con una realización. Los polos magnéticos pueden incluir patines polares como se describe en la figura 3. Los circuitos magnetizantes pueden estar de acuerdo con las figuras 2a o 2b. El sensor de campo magnético comprende un elemento sensor 419 para medir el flujo magnético. El elemento sensor puede tener una dirección de sensibilidad en la que el flujo magnético 420 puede ser recibido eficientemente. El sensor de campo magnético se coloca entre los polos al lado del cable, de manera que el elemento sensor tiene su dirección de sensibilidad dirigida paralela al eje longitudinal del cable que se está monitorizando. Un bloque de ferrita 429, por ejemplo una perla de ferrita, está dispuesto entre el sensor del campo magnético y al menos uno de los polos magnéticos. Las perlas de ferrita se utilizan normalmente en electrónica, por ejemplo, en la Compatibilidad Electromagnética (EMC) y en la protección de Interferencias de Radiofrecuencia (RFI). El bloque de ferrita concentra el flujo magnético fuera del cable monitorizado hacia el sensor de campo magnético. De esta manera, el campo magnético fuera del cable y entre los polos puede ser medido con precisión. Por otro lado, proporciona un mayor espacio con el cable monitorizado al mejorar la eficiencia en la dirección del flujo magnético a través del sensor de campo magnético, lo que de nuevo facilita una mayor amplitud de la señal en el sensor.

Puesto que la perla de ferrita es de material fuertemente ferromagnético, funciona como una "lente" al flujo magnético, al recoger el flujo magnético desde el cable hasta la ubicación del objetivo. El elemento sensor se coloca preferiblemente en la ubicación del objetivo o al menos cerca de la ubicación del objetivo para una medición eficiente del flujo magnético. El elemento sensor 409 y el bloque de ferrita pueden estar dispuestos en una placa de circuito 439. La placa de circuito posiciona el bloque de ferrita y el sensor de campo magnético uno con respecto al otro, de manera que el flujo magnético es guiado por el bloque de ferrita a la dirección de sensibilidad del sensor de campo magnético. La placa de circuito también proporciona conexiones eléctricas al sensor de manera que las mediciones del campo magnético pueden comunicarse para ser procesadas adicionalmente, por ejemplo, por un ordenador u otros medios de procesamiento que típicamente comprenden un procesador y una memoria que está interconectada eléctricamente.

El sensor de campo magnético de la figura 4 puede ser instalado en el circuito magnetizante de las figuras 2a y 2b o en un cuerpo que aloja los circuitos magnetizantes. Un cable defectuoso provoca una disminución del flujo magnético dentro del cable cuando el cable es magnetizado por el circuito magnetizante. El campo magnético fuera del cable aumenta correspondientemente y el campo puede ser medido por medio del sensor de campo magnético colocado entre los polos. El bloque de ferrita concentra el campo magnético fuera del cable en el sensor del campo magnético para una medición precisa del campo magnético fuera del cable.

La figura 5 ilustra una sección transversal entre los polos de los circuitos magnetizantes en la dirección del cable 502 que entra en un pasaje formado por los circuitos magnetizantes 508a, 508b. En la sección transversal ilustrada, los sensores están dispuestos al mismo nivel en la dirección longitudinal del cable. El aparato comprende una pluralidad de sensores de campo magnético 509 colocados entre los polos y alrededor de un perímetro del cable monitorizado. Los sensores de campo magnético pueden colocarse entre los polos magnéticos de acuerdo con la ilustración de la figura 4. Las figuras 2a y 2b ilustran ejemplos de los circuitos magnetizantes de la figura 5. En la figura 5, los circuitos magnetizantes están dispuestos alrededor del cable de manera similar a los circuitos magnetizantes de la figura 2a..

Se debe apreciar que la pluralidad de sensores de campo magnético alrededor del perímetro del cable se pueden colocar al menos parcialmente en diferentes posiciones a lo largo de la longitud del objeto monitorizado. Por consiguiente, los sensores pueden intercalarse alrededor del perímetro en la dirección de la longitud del objeto monitorizado de manera que sean parcialmente paralelos unos a los otros. Es posible, por ejemplo, que los sensores impares sean sustancialmente paralelos solo con otros sensores impares, y que los sensores pares sean sustancialmente paralelos solo con otros sensores pares. También es posible que toda la pluralidad de sensores de campo magnético estén en diferentes posiciones. Las diferentes posiciones pueden proporcionarse, por ejemplo, colocando los sensores alrededor del perímetro en una forma de hélice circular. El uso de diferentes posiciones facilita el posicionamiento de los sensores de campo magnético alrededor del cable, cuando no hay mucho espacio que pueda ser utilizado para los sensores alrededor del perímetro del cable, por ejemplo cuando se miden cables que tienen diámetros pequeños. Correspondientemente, también es posible colocar los sensores a una distancia nominal específica del cable de tal manera que los fallos en el cable monitorizado se puedan examinar desde diferentes ángulos. En tal caso, las posiciones de los sensores y los ángulos de medición son conocidos de antemano por la disposición de los sensores alrededor del cable, por ejemplo, por la disposición de los sensores en los circuitos magnetizantes o en los cuerpos que albergan los circuitos magnetizantes alrededor del cable. El procesamiento de la señal se ocupa del sincronismo y la correspondencia de las señales medidas de los sensores, cuando el fallo está en la posición de cada sensor. De esta manera, se puede examinar el fallo desde diferentes direcciones y se puede mejorar la precisión para determinar la gravedad del fallo.

En una realización, haciendo referencia a continuación a la figura 1 y a la figura 5, la estructura de soporte 102 y / o el controlador 108 pueden proporcionar información de la velocidad del cable en movimiento. Una vez que se conocen las distancias mecánicas de los sensores 509 y las posiciones angulares alrededor del cable, es posible conec-

tar las señales detectadas de múltiples sensores en un gráfico de tiempos y a continuación señalar cada fallo y sus señales desde varios ángulos alrededor del cable.

5 Será obvio para una persona experta en la técnica que, a medida que la tecnología avanza, el concepto inventivo se puede implementar de varias maneras. La invención y sus realizaciones no están limitadas a los ejemplos que se han descrito más arriba, sino que pueden variar dentro del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un aparato para monitorizar una condición de un objeto ferroso alargado (302) que tiene un eje longitudinal, incluyendo el citado aparato al menos un circuito magnetizante que incluye polos magnéticos separados a lo largo del eje longitudinal, y sensores de campo magnético (307) dispuestos en los polos, comprendiendo los citados polos patines polares (306) para dirigir el flujo magnético entre los polos (306) y el objeto monitorizado (302), **caracterizado en que;**
- 10 los patines polares (306) comprenden aberturas (316a, 316b, 316c) entre el objeto monitorizado (302) y los polos, comprendiendo una abertura dos extremos (316a, 316b) separados en una dirección perpendicular al eje longitudinal por una sección media definiendo una abertura más pequeña (316c) que los extremos para concentrar el flujo magnético en la sección media.
2. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los sensores de campo magnético (307) están dispuestos en la sección media en cada patín polar (306).
3. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que se controla la condición del objeto (302) midiendo el flujo magnético a través de los patines polares (306).
- 15 4. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende: al menos un sensor de campo magnético (209) colocado entre los polos al lado del objeto ferroso alargado (302), teniendo el citado al menos un sensor de campo magnético (307) una dirección de sensibilidad dirigida paralelamente al eje longitudinal.
- 20 5. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende: al menos un sensor de campo magnético (209) colocado entre los polos al lado del objeto ferroso alargado (302), teniendo el citado al menos un sensor de campo magnético (307) una dirección de sensibilidad dirigida paralelamente al eje longitudinal y un bloque de ferrita, por ejemplo, una perla de ferrita, dispuesto entre el sensor de campo magnético (307) y al menos uno de los polos magnéticos.
- 25 6. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la perla de ferrita recoge un flujo magnético fuera del objeto ferroso alargado (302) hacia una ubicación objetivo, y al menos un sensor de campo magnético se coloca en la ubicación objetivo o al menos cerca de la ubicación objetivo.
7. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende una pluralidad de sensores de campo magnético (209) colocados entre los polos, alrededor del perímetro del objeto ferroso alargado monitorizado (302).
- 30 8. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la sección media está más baja que los extremos en la dirección de la trayectoria directa del flujo magnético entre el polo y el objeto ferroso alargado monitorizado (302) y la sección media está posicionada simétricamente con respecto a los extremos de la abertura, de tal manera que la sección media esté centrada con los extremos en la dirección de la trayectoria directa del flujo magnético entre el polo y el objeto ferroso alargado monitorizado (302).
- 35 9. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el objeto ferroso alargado (302) comprende un cable de una maquinaria de elevación, por ejemplo, una maquinaria de elevación en una grúa tal como una grúa de pórtico o una grúa puente, un teleférico, un ascenso, un transportador en un pozo de mina o un telesquí.
- 40 10. Una disposición que comprende uno o más objetos alargados (302) para elevar la carga útil y un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 unido a los objetos alargados (302), cuando la carga útil es manejada por los objetos ferrosos alargados (302).
- 45 11. Una disposición de acuerdo con la reivindicación 10, en la que la disposición comprende una maquinaria de elevación en una grúa tal como una grúa de pórtico o una grúa puente, un teleférico, un ascensor, un transportador en un pozo de mina o un telesquí.

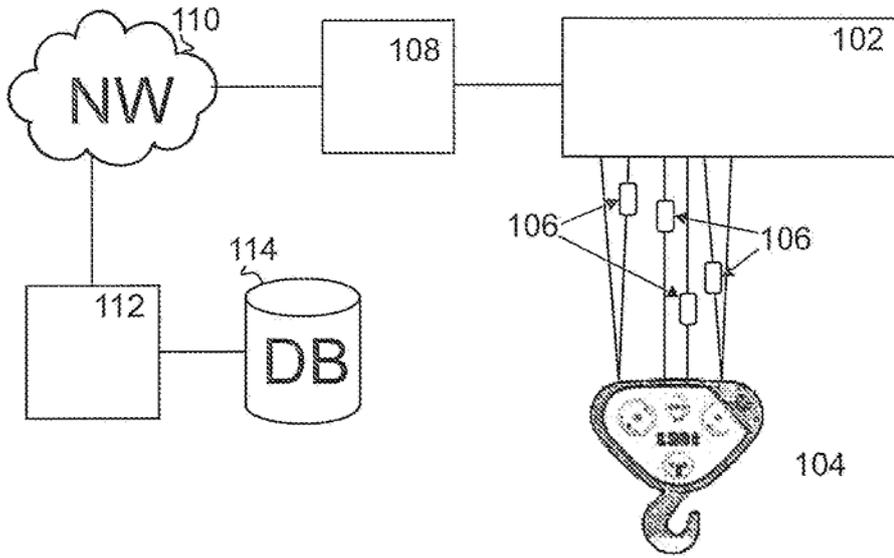


Figura 1

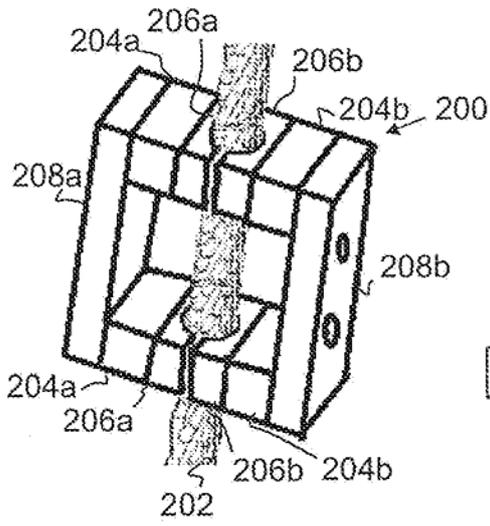


Figura 2a

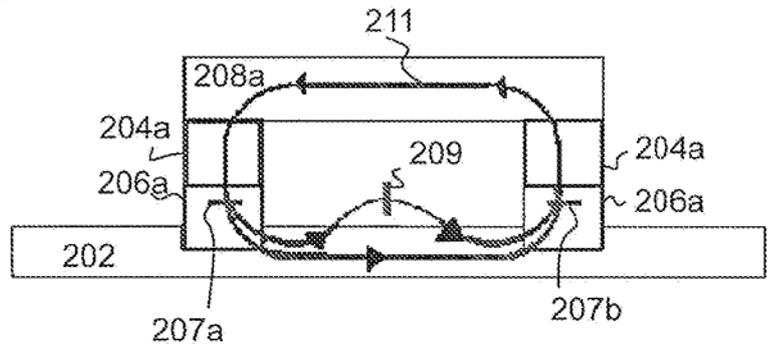


Figura 2b

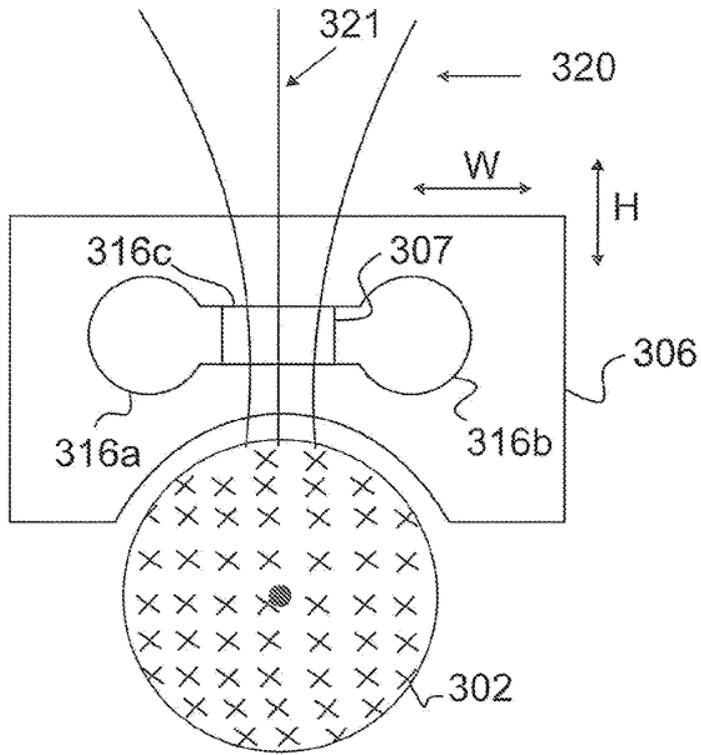


Figura 3

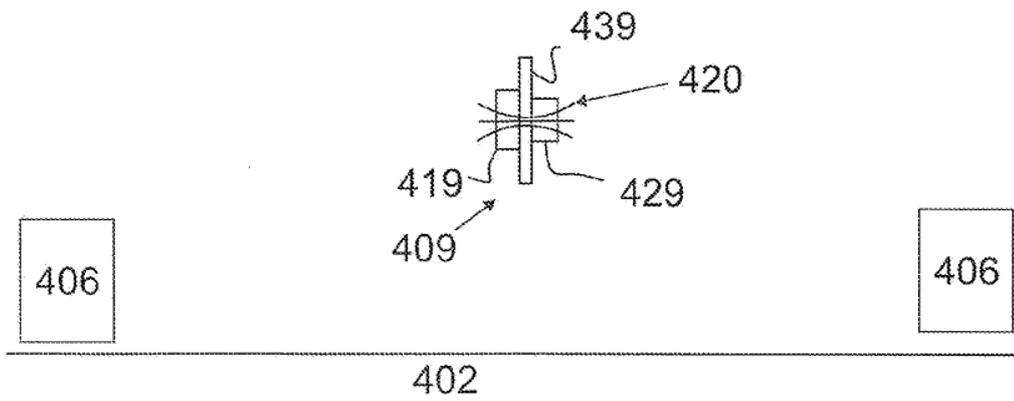


Figura 4

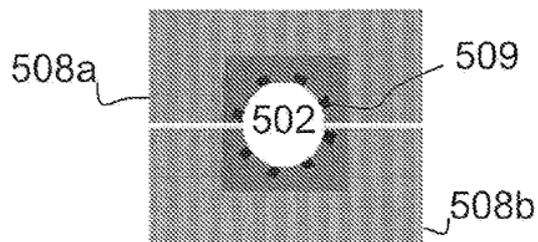


Figura 5