

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 974 242**

51 Int. Cl.:

H02P 23/14 (2006.01)

H02P 29/024 (2006.01)

H02P 6/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.12.2019** **PCT/US2019/067804**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.06.2020** **WO20132420**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2019** **E 19845791 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.01.2024** **EP 3884575**

54 Título: **Detección de deslizamiento y dirección de la máquina usando el sensor de puerta de flujo**

30 Prioridad:

21.12.2018 US 201816229404

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

26.06.2024

73 Titular/es:

ITT MANUFACTURING ENTERPRISES LLC
(100.0%)
100 Washington, Boulevard, Floor 6
Stamford, CT 06902, US

72 Inventor/es:

GEORGE, NAVEEN;
ARLISS, CODY;
BRADSHAW, SIMON y
SULLIVAN, JEFFREY

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 974 242 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

Detección de deslizamiento y dirección de la máquina usando el sensor de puerta de flujo

Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un sistema de bomba, que tiene, por ejemplo, un motor, un acoplamiento, un conjunto de cojinete del extremo de accionamiento y una bomba o máquina accionada.

2. Breve descripción de la técnica relacionada

10 Los sensores de puerta de flujo se han utilizado ampliamente en el pasado para detectar campos electromagnéticos. Un uso específico es detectar la frecuencia de línea de la alimentación eléctrica a un motor eléctrico. Si bien esto proporciona información sobre la frecuencia de la línea, no proporciona información sobre la velocidad real de un motor de inducción (asíncrono) ya que la velocidad de deslizamiento no se puede medir.

15 Las soluciones de la técnica anterior para recuperar la información de la velocidad de deslizamiento incluyen la utilización de un accionamiento de frecuencia variable (VFD) para accionar el motor. Dependiendo de la tecnología (normalmente control vectorial sin sensores), en el VFD es posible calcular la velocidad de deslizamiento; sin embargo, este es un valor calculado y no un valor exacto. Además, para motores sin accionamiento VFD, esta solución no se puede implementar. Además, si la máquina accionada está conectada al motor mediante correas en V, el deslizamiento calculado del VFD no puede detectar el deslizamiento debido a que las correas de transmisión se aflojan.

Otra solución de la técnica anterior es utilizar un sensor óptico o un sensor inductivo para detectar la velocidad del motor y de la máquina accionada. Ambas tecnologías tienen desventajas (además de requerir un sensor adicional):

20 Los sensores ópticos requieren algún tipo de marca objetivo en el árbol o acoplamiento que tenga una diferencia de reflectividad óptica con respecto al propio material del árbol/acoplamiento. Con el tiempo, el polvo y otros contaminantes pueden oscurecer la marca impidiendo que la señal sea leída de forma eficaz. El sensor también debe mantener una línea de visión directa con la marca objetivo, lo que impide su uso en algunas aplicaciones.

25 Los sensores inductivos requieren que se incorpore una muesca u otra característica en el árbol o acoplamiento que activará el sensor. Deben montarse muy cerca de la muesca para garantizar que se obtenga una señal limpia. Esto impide su uso en algunas aplicaciones.

30 Las soluciones anteriores para detectar la dirección de rotación del árbol han utilizado sensores ópticos o inductivos. En la implementación estándar se necesitan dos sensores para determinar la rotación del árbol. Esto se hace comparando cuál de los dos sensores se activa primero (en el dominio del tiempo), mediante el paso del objetivo óptico o la muesca inductiva.

35 Una implementación alternativa utiliza un único sensor óptico junto con un objetivo óptico complejo que utiliza sombreado variable o patrón óptico. Una tercera implementación utiliza un único sensor inductivo junto con una muesca de forma compleja que crea una forma de onda de respuesta que puede procesarse para determinar la dirección de rotación del árbol. Todas estas implementaciones presentan las mismas desventajas mencionadas anteriormente, además de que en ocasiones requieren sensores adicionales.

40 El documento US 5,828,210 se refiere a un monitor de velocidad de accionamiento que incluye una bobina captadora de flujo, la bobina comprende vueltas de hilo aislado para captar una señal inducida en ella que incluye componentes de la frecuencia fundamental de la corriente del estator y componentes de la corriente del rotor en la frecuencia de deslizamiento. La velocidad del rotor se puede estimar analizando el espectro de la señal de flujo mediante la transformada de Fourier.

Compendio de la invención

Se ha proporcionado un aparato y un método según las reivindicaciones 1 y 13.

45 En resumen, y según alguna realización de la presente invención descrita en la presente memoria, la presente invención puede configurarse para utilizar cualquier componente de la máquina accionada que gire con el árbol y esté cerca del alojamiento del cojinete de la máquina u otra ubicación donde esté montado el sensor de flujo. Las realizaciones preferidas pueden configurarse para utilizar un aislador de cojinete para implementar esta tarea; el árbol de la propia máquina accionada también puede utilizarse directamente en lugar de un componente giratorio.

50 A modo de ejemplo, se puede colocar un solo imán o un conjunto de imanes en el aislador de cojinete u otro componente giratorio o en el árbol de la máquina. El o los imanes pueden tener un tamaño tal que, cuando el componente gira, el campo magnético actúe sobre el sensor de flujo que está montado en las proximidades generales, normalmente en el alojamiento del cojinete.

En funcionamiento, el sensor de flujo detectará tanto el campo residual procedente de la alimentación eléctrica al motor, como el campo magnético procedente del imán giratorio. Debido a que la máquina accionada gira más lentamente que la frecuencia de la alimentación eléctrica (debido al deslizamiento del motor), existen dos frecuencias diferentes en la señal de salida del sensor de flujo. Utilizando técnicas de aislamiento de frecuencia tales como la Transformada Rápida de Fourier (FFT), tanto la frecuencia de alimentación del motor como la frecuencia de deslizamiento se pueden identificar con un alto grado de precisión.

La diferencia entre la frecuencia de la alimentación eléctrica y la frecuencia de deslizamiento, determinada y conocida, permite una serie de beneficios:

1) La cantidad de deslizamiento se puede comparar con las características del motor para determinar su porcentaje de carga y potencia de salida. La cantidad de deslizamiento también puede determinar el par y, por tanto, la corriente consumida debido al deslizamiento.

2) En caso de un mal funcionamiento de la máquina accionada, se puede detectar una cantidad de deslizamiento fuera del intervalo normal (por ejemplo, o bien muy poco como en el caso de una bomba que funciona en seco, o bien demasiado como en el caso de una bomba sobrecargada o agarrotada), y emitir una alarma u otra notificación.

3) En una aplicación de transmisión por correa, se puede detectar un mayor deslizamiento de la correa con el tiempo y emitir una alarma u otra notificación.

4) La frecuencia de deslizamiento medida se puede utilizar para proporcionar una sincronización exacta de cualquier forma de onda de tiempo de vibración detectada en la máquina accionada (usando un transductor de vibración separado). Esta sincronización permite el uso de más técnicas de análisis de vibración de las que serían posibles si solo ha estado disponible la forma de onda del tiempo de vibración.

Además, la detección de la dirección de rotación del árbol se puede lograr utilizando al conjunto de imanes mencionado anteriormente en un patrón controlado. El patrón controlado se puede lograr mediante uno o más de los siguientes: ubicación del imán, número de imanes, intensidad del imán o polaridad del imán. El movimiento del conjunto de imanes más allá del sensor de flujo crea una serie única de pulsos que pueden procesarse para determinar si la rotación del árbol es en el sentido de las agujas del reloj o en el sentido contrario a las agujas del reloj.

La presente invención y el concepto subyacente se pueden utilizar en cualquier máquina accionada.

A modo de ejemplo, se realizaron ensayos de prueba de concepto (PoC) utilizando un banco de pruebas de alojamiento de cojinete accionado por un motor eléctrico. El conjunto de imanes se montó en el aislador de cojinete. Con el sensor de flujo montado en la parte superior del alojamiento del cojinete, se detectaron y procesaron tanto la frecuencia de alimentación como la de deslizamiento, según lo establecido anteriormente.

Realizaciones específicas

La presente invención incluye, o toma la forma de, un aparato que caracteriza un procesador de señales configurado para

recibir señalización procedente de un sensor de flujo que contiene información sobre un campo residual de una alimentación eléctrica a un motor de una máquina accionada y un campo magnético procedente de uno o más imanes giratorios colocados en un componente giratorio de la máquina accionada; y

determinar la señalización correspondiente que contiene información sobre el funcionamiento de la máquina accionada, basándose en una diferencia entre una frecuencia de alimentación eléctrica y una frecuencia de deslizamiento determinada a partir de la señalización recibida y procesada.

Según algunas realizaciones, la presente invención puede incluir una o más de las características siguientes:

El procesador de señales puede configurarse para proporcionar la señalización correspondiente para procesamiento adicional para determinar información adicional sobre el funcionamiento de la máquina accionada.

El procesador de señales puede configurarse para determinar un porcentaje de carga y potencia de salida de la máquina accionada basándose en una comparación de una cantidad de deslizamiento con las características del motor de la máquina accionada.

El procesador de señales puede configurarse para determinar el par y la corriente consumida de la máquina accionada debida a la cantidad de deslizamiento.

El procesador de señales puede configurarse para detectar un mal funcionamiento de la máquina accionada, basándose en una cantidad de deslizamiento fuera de un intervalo normal, incluyendo, o bien muy poco como en el caso de una bomba que funciona en seco, o bien demasiado como en el caso de una bomba sobrecargada o agarrotada, y puede proporcionar en la señalización correspondiente información sobre una alarma u otra notificación.

El procesador de señales puede configurarse para detectar un deslizamiento de la correa incrementado con el tiempo en una aplicación de transmisión por correa, y puede proporcionar en la señalización correspondiente que contiene información sobre una alarma u otra notificación.

- 5 El procesador de señales puede configurarse para recibir señalización asociada desde un transductor de vibración colocado sobre, o en relación con, la máquina accionada, y puede proporcionar una sincronización de una forma de onda de tiempo de vibración detectada en la máquina accionada, basándose en la frecuencia de deslizamiento determinada.

El aparato puede incluir el transductor de vibración.

- 10 El aparato incluye el sensor de flujo y un alojamiento de cojinete de máquina accionada, estando dispuesto el sensor de flujo sobre, o en relación con, el alojamiento de cojinete de máquina accionada.

El aparato incluye el componente giratorio que tiene uno o más imanes colocados sobre el mismo o dentro del mismo.

El componente giratorio incluye un aislador de cojinete que tiene una parte estacionaria y una parte giratoria con uno o más imanes colocados en su interior.

- 15 El componente giratorio puede incluir un árbol de la máquina accionada que tiene uno o más imanes colocados sobre él.

El sensor de flujo puede montarse en un alojamiento de cojinete de máquina accionada en una ubicación; y el componente giratorio puede configurarse para girar con un árbol de la máquina accionada, o está cerca del alojamiento del cojinete de la máquina accionada o de la ubicación donde está montado el sensor de flujo.

La señalización puede recibirse como una señal de salida desde una salida del sensor de flujo.

- 20 El procesador de señales puede configurarse para procesar la señalización recibida y determinar la frecuencia de la alimentación eléctrica y la frecuencia de deslizamiento basándose en una técnica de aislamiento de frecuencia.

La técnica de aislamiento de frecuencia puede incluir el uso de una técnica de Transformación Rápida de Fourier (FFT).

- 25 Los uno o más imanes pueden colocarse sobre el componente giratorio en un patrón controlado; y el procesador de señales puede configurarse para determinar la dirección de rotación del eje de la máquina accionada, basándose en la señalización recibida. A modo de ejemplo, el patrón controlado puede incluir, o tomar la forma de, uno o más de los siguientes: ubicación del imán, número de imán, fuerza del imán o polaridad del imán.

- 30 El procesador de señales puede configurarse para determinar la dirección de rotación del árbol de la máquina accionada, por ejemplo, basándose en la señalización recibida que contiene información sobre el movimiento de los uno o más imanes que giran más allá del sensor de flujo y crean una serie única de pulsos que se procesan para determinar si la rotación del árbol es en el sentido de las agujas del reloj o en el sentido contrario a las agujas del reloj.

La máquina accionada puede incluir o tomar la forma de un motor para accionar una bomba.

El aparato puede incluir, o tomar la forma de, la máquina accionada que tiene el motor para accionar una bomba.

El controlador

- 35 A modo de ejemplo adicional, la presente invención puede incluir, o tomar la forma de, un controlador que presenta un procesador de señales configurado para:

recibir señalización desde un sensor de flujo que contiene información sobre un campo residual de una alimentación eléctrica a un motor de una bomba y sobre un campo magnético de uno o más imanes giratorios colocados en un componente giratorio de la bomba; y

- 40 determinar la señalización correspondiente que contiene información sobre el funcionamiento de la bomba, basándose en una diferencia entre una frecuencia de alimentación eléctrica y una frecuencia de deslizamiento determinada a partir de la señalización recibida y procesada.

- 45 El controlador también puede incluir una o más de las características establecidas en la presente memoria. Por ejemplo, el controlador puede ser, o formar parte de, un accionamiento de frecuencia variable para controlar el funcionamiento del motor y la bomba.

El método

Según la presente invención incluye, o toma la forma de, un método que tiene etapas, por ejemplo, para

5 recibir, con un procesador de señales, señalización desde un sensor de flujo que contiene información sobre un campo residual de una alimentación eléctrica a un motor de una máquina accionada y un campo magnético de uno o más imanes giratorios colocados en un componente giratorio de la máquina accionada; y

determinar, con el procesador de señales, la señalización correspondiente que contiene información sobre el funcionamiento de la máquina accionada, basándose en una diferencia entre una frecuencia de alimentación eléctrica y una frecuencia de deslizamiento determinada a partir de la señalización recibida y procesada.

10 El método puede incluir una o más de las características establecidas en la presente memoria, por ejemplo, incluyendo proporcionar, con el procesador de señales, la señalización correspondiente para un procesamiento adicional para determinar información adicional sobre el funcionamiento de la máquina accionada; o disponiendo el sensor de flujo en relación con la alimentación eléctrica al motor de la máquina accionada y los uno o más imanes giratorios colocados en el componente giratorio de la máquina accionada para detectar el campo residual y el campo magnético; o
15 disponiendo el sensor de flujo sobre, o en relación con, un alojamiento de cojinete de máquina accionada de la máquina accionada.

Ventajas

Una ventaja de la presente invención es que proporciona una mejor manera de monitorizar el funcionamiento de una máquina accionada, por ejemplo, como una bomba en un sistema de bombeo.

20 Breve descripción de los dibujos

Los dibujos incluyen las Figuras 1 a 5, que no necesariamente están dibujadas a escala, como sigue:

La Figura 1 es una vista en perspectiva de un aparato, que incluye, por ejemplo, un sistema de bomba que tiene un motor eléctrico, un acoplamiento, un conjunto de cojinete del extremo de accionamiento y una bomba o máquina accionada, según algunas realizaciones de la presente invención.

25 La Figura 2 es una vista en perspectiva del aparato de la Figura 1, que muestra con mayor detalle el conjunto de cojinete del extremo de accionamiento que tiene un sensor de flujo dispuesto en relación con un conjunto de imanes giratorios, según algunas realizaciones de la presente invención.

La Figura 3 es una vista en perspectiva del aparato de la Figura 2, que muestra con mayor detalle el conjunto de cojinete del extremo de accionamiento que tiene un sensor de flujo dispuesto en relación con un conjunto de imanes giratorios, según algunas realizaciones de la presente invención.

30 La Figura 4 incluye las Figuras 4A a 4C, donde la Figura 4A muestra una vista del conjunto magnético giratorio en las Figuras 1-3; La figura 4B muestra una vista en sección transversal del conjunto magnético giratorio de la figura 4A a lo largo de las líneas 4B-4B; y la Fig. 4C muestra una vista superior del conjunto magnético giratorio de la Figura 4A, todo según algunas realizaciones de la presente invención.

35 La Figura 5 es un diagrama de bloques de un aparato, que incluye, por ejemplo, un sistema de bomba que tiene un motor eléctrico, un acoplamiento, un conjunto de cojinete del extremo de accionamiento y una bomba o máquina accionada, que tiene un procesador de señales para implementar la funcionalidad de procesamiento de señales, según algunas realizaciones de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

40 Figuras 1-3: Aparato 10, p.ej. tal como un sistema de bomba

A modo de ejemplo, y según algunas realizaciones, la presente invención puede incluir, o tomar la forma de, un aparato generalmente indicado como 10, por ejemplo, tal como un sistema de bomba que tiene un motor eléctrico 12, un acoplamiento 14, un conjunto 16 de cojinete del extremo de accionamiento, una bomba o máquina accionada 18, un árbol 20, un sensor 22 de flujo, un componente giratorio 24 (por ejemplo, como un conjunto 24 de imanes giratorios (véase también la Fig. 4)), y un procesador 100 de señales (véase la Fig. 5), según algunas realizaciones de la presente invención.

A modo de ejemplo, el árbol 20 se extiende desde la bomba o máquina accionada 18, y se acopla al conjunto 16 de cojinete del extremo de accionamiento y gira con él. En un lado del conjunto 16 de cojinete del extremo de accionamiento, el acoplamiento 14 conecta el motor eléctrico 12 al árbol 20. En el otro lado del conjunto 16 de cojinete del extremo de accionamiento, el árbol 20 se acopla o conecta con el conjunto 24 de imanes giratorios y hace que el conjunto 24 de imanes giratorios gire cuando el árbol 20 gira por el motor eléctrico 12 en relación con el sensor 22 de flujo. A modo de ejemplo, el conjunto 16 de cojinete del extremo de accionamiento incluye un alojamiento 26 de cojinete

de máquina accionada, y el sensor 22 de flujo está dispuesto en el alojamiento 26 de cojinete de máquina accionada. El conjunto 24 de imanes giratorios puede incluir uno o más imanes 24a, 24e, 24h, por ejemplo, que pueden configurarse en uno o más miembros que se extienden radialmente como 25a, 25b, 25c, 25d, 25e, 25f, 25g, 25h (véase la Fig. 4A). Los uno o más imanes 24a, 24e, 24h pueden colocarse sobre (por ejemplo, dispuestos sobre o dentro) los uno o más miembros que se extienden radialmente del conjunto 24 de imanes giratorios, por ejemplo, de forma consistente con lo establecido a continuación en relación con la Figura 4.

En funcionamiento, el procesador 100 de señales (Fig. 5) puede configurarse para recibir señalización procedente del sensor 22 de flujo que contiene información sobre un campo residual procedente de una alimentación eléctrica al motor 12 de la bomba o máquina accionada 18 y un campo magnético procedente de los uno o más imanes giratorios 24a, 24e, 24h colocados en el conjunto 24 de imanes giratorios de la bomba o máquina accionada 18. El procesador 100 de señales también puede configurarse para determinar la señalización correspondiente que contiene información sobre el funcionamiento de la bomba o máquina accionada 18, por ejemplo, basándose en una diferencia entre una frecuencia de alimentación eléctrica y una frecuencia de deslizamiento determinada a partir de la señalización recibida y procesada.

A modo de ejemplo adicional, el procesador 100 de señales puede configurarse para proporcionar la señalización correspondiente para procesamiento adicional para determinar información adicional sobre el funcionamiento de la bomba o máquina accionada 18. Por ejemplo, el procesador 100 de señales también puede configurarse para determinar un porcentaje de carga y potencia de salida de la bomba o máquina accionada 18 basándose en una comparación de una cantidad de deslizamiento con las características del motor de la bomba o máquina accionada 18. El procesador 100 de señales puede configurarse para determinar el par y, por tanto, la corriente consumida de la bomba o máquina accionada 18 debida a la cantidad de deslizamiento. El procesador 100 de señales puede configurarse para detectar un mal funcionamiento de la bomba o máquina accionada 18, por ejemplo, basándose en una cantidad de deslizamiento fuera de un intervalo normal, incluyendo o bien muy poco como en el caso de una bomba que funciona en seco, o bien demasiado como en el caso de una bomba sobrecargada o agarrada, y puede proporcionar en la señalización correspondiente una alarma u otra notificación. El procesador 100 de señales puede configurarse para detectar un mayor deslizamiento de la correa con el tiempo en una aplicación de transmisión por correa, y puede proporcionar en la señalización correspondiente que contiene información sobre una alarma u otra notificación.

A modo de ejemplo, la señalización puede recibirse como una señal de salida procedente de una salida del sensor 22 de flujo. El procesador 100 de señales puede configurarse para procesar la señalización recibida y determinar la frecuencia de alimentación eléctrica y la frecuencia de deslizamiento basándose en una técnica de aislamiento de frecuencia. La técnica de aislamiento de frecuencia puede incluir el uso de una técnica de Transformación Rápida de Fourier (FFT), así como otros tipos o clases de técnicas de transformación que ahora se conocen o se desarrollarán más adelante en el futuro.

A modo de ejemplo, el elemento 24 similar a un componente giratorio puede incluir, o tomar la forma de, un aislador de cojinete que tiene una parte estacionaria y un elemento R similar a una parte giratoria con los uno o más imanes 24a, 24e, 24h colocados o dispuestos en el mismo o sobre el mismo. La parte estacionaria puede incluir, o tomar la forma de, alguna pieza similar al elemento S (Fig. 3) conectada al alojamiento 26 del cojinete de la máquina accionada.

A modo de ejemplo, y de forma consistentes con lo que se muestra en las Figuras 1 a 3, el sensor 22 de flujo puede montarse en el alojamiento 26 del cojinete de la máquina accionada en una ubicación como la que se muestra; y el componente giratorio como el conjunto 24 de imanes giratorios puede configurarse para girar con el árbol 20 de la bomba o máquina accionada 18, o puede estar razonablemente cerca del alojamiento 26 del cojinete de la máquina accionada. En otras palabras, el sensor 22 de flujo no tiene que estar montado directamente o conectado directamente al alojamiento 26 del cojinete de la máquina accionada. El alcance de la invención pretende incluir, y se han considerado realizaciones en las cuales, el sensor 22 de flujo está montado en o sobre algún otro componente en o cerca del sistema de bomba para detectar el conjunto 24 de imanes giratorios.

La dirección rotacional

El procesador 100 de señales puede configurarse para determinar la dirección de rotación del árbol 20 de la bomba o máquina accionada 18, por ejemplo, basándose en la señalización recibida que contiene información sobre el movimiento de los uno o más imanes 24a, 24e, 24h, que giran más allá del sensor 22 de flujo y crean una serie única de pulsos que se procesan para determinar si la rotación del árbol es en el sentido de las agujas del reloj o en el sentido contrario a las agujas del reloj. El número y la ubicación de los imanes afectarán la detección de la dirección de rotación.

Figura 4: El conjunto magnético giratorio

La Figura 4 muestra el conjunto 24 de imanes giratorios, que puede incluir los uno o más miembros 25a, 25b, 25c, 25d, 25e, 25f, 25g, 25h que se extienden radialmente, donde cada uno puede tener, o puede estar configurado para recibir o contener, un elemento o elementos respectivos 24a, 24e, 24h tipo imán. En las Figuras 4B y 4C, los miembros 25a, 25e, 25h que se extienden radialmente pueden configurarse con orificios, agujeros o aberturas 25a', 25e', 25h'

para recibir uno o más imanes 24a, 24e, 24h.

Los uno o más imanes pueden colocarse sobre o dentro del conjunto 24 de imanes giratorios en un patrón controlado, por ejemplo, como el que se muestra en las Figuras 1-4, que incluye ocho miembros 25a, 25b, 25c, 25d, 25e, 25f, 25g, 25h que se extienden radialmente igualmente espaciados. El procesador 100 de señales puede configurarse para determinar la dirección de rotación del árbol 20 de la bomba o máquina accionada 18, basándose en la señalización recibida. El patrón controlado puede incluir, o tomar la forma de, uno o más de los siguientes: ubicación del imán, número de imanes, intensidad del imán o polaridad del imán.

El conjunto 24 de imanes giratorios puede configurarse con un orificio, abertura o agujero central indicado generalmente como O, por ejemplo, configurado para recibir el árbol 20. El conjunto 24 de imanes giratorios puede estar acoplado fijamente al árbol 20, por ejemplo, usando técnicas conocidas.

El conjunto 24 de imanes giratorios también puede incluir un miembro 28 configurado o acoplado sobre el mismo, así como miembros de sellado (no mostrados) para acoplarse rotacionalmente a la parte estacionaria S, de modo que el conjunto 24 de imanes giratorios pueda girar en relación con la parte estacionaria S. y funcionar como aislador de cojinete, como apreciaría un experto en la técnica.

Figura 5: Implementación del procesador de señales

El aparato 10 puede incluir el procesador de señales o circuito/módulo 100 de procesamiento de señales, por ejemplo, que puede configurarse para realizar una funcionalidad básica de procesamiento de señales para implementar la presente invención, por ejemplo, de forma consistente con lo descrito en la presente memoria. A modo de ejemplo, el procesador 100 de señales puede configurarse como un procesador de señales o módulo de procesamiento de señales independiente, formar parte de un controlador o circuito/módulo de control, etc., o formar parte de algún otro circuito/circuitos/módulo. En la técnica se conocen muchos tipos y clases diferentes de procesadores de señales, controladores y módulos controladores, por ejemplo, incluidos controladores lógicos programables, etc. A modo de ejemplo, basándose en la comprensión de tales procesadores de señales conocidos, un experto en la técnica sería capaz de configurar el procesador 100 de señales para realizar la funcionalidad de procesamiento de señales antes mencionada consistente con lo descrito en la presente memoria. El controlador puede incluir o tomar la forma de, un VFD.

A modo de ejemplo adicional, la funcionalidad del procesador 100 de señales puede implementarse usando hardware, software, firmware o una combinación de los mismos, aunque no se pretende que el alcance de la invención se limite a ninguna realización particular de la misma. En una implementación de software típica, dicho procesador de señales o módulo de procesamiento de señales puede incluir una o más arquitecturas basadas en microprocesadores que tienen un microprocesador, una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de sólo lectura (ROM), dispositivos de entrada/salida y buses de control, datos y direcciones que conectan los mismos como en el elemento 102, por ejemplo, para ejecutar un código de programa basado en un algoritmo consistente con lo descrito en la presente memoria. Un experto en la técnica sería capaz de programar dicha implementación basada en microprocesadores para realizar la funcionalidad de procesamiento de señales descrita en la presente memoria sin experimentación indebida, incluyendo cuando el procesador de señales y una memoria se combinan para implementar un código de programa, por ejemplo, almacenado en la memoria. para hacer que el procesador de señales implemente la funcionalidad de procesamiento de señales antes mencionada. El alcance de la invención no pretende que sea limitado a ninguna implementación particular que utilice tecnología tanto ahora conocida o como la desarrollada posteriormente en el futuro.

El procesador 100 de señales puede incluir uno o más circuitos/módulos similares al elemento 102 para realizar otra funcionalidad que se conoce en la técnica, que no forma parte de la invención subyacente y que no se describe en detalle en la presente memoria. A modo de ejemplo, los otros circuitos/módulos 102 pueden incluir circuitos/módulos de entrada/salida, circuitos/módulos de memoria (por ejemplo, RAM, ROM, EPROM, etc.), circuitos/módulos de bus o arquitectura para intercambiar señalización entre los diversos circuitos/módulos, etc.

En funcionamiento, el procesador 100 de señales puede configurarse para recibir señalización que contiene información sobre un campo residual de una alimentación eléctrica a un motor de una máquina accionada y un campo magnético procedente de uno o más imanes giratorios colocados en un componente giratorio de la máquina accionada; y determinar la señalización correspondiente que contiene información sobre el funcionamiento de la máquina accionada, basándose en una diferencia entre una frecuencia de alimentación eléctrica y una frecuencia de deslizamiento determinada a partir de la señalización recibida y procesada. A modo de ejemplo, la señalización puede almacenarse en una base de datos en la memoria que forma parte del elemento 102 y ser proporcionada al procesador 100 de señales.

Además, el procesador 100 de señales puede configurarse para determinar y proporcionar la señalización correspondiente que contiene información sobre el funcionamiento de la máquina accionada para procesamiento adicional, incluido el apagado de la bomba o de la máquina accionada para su reparación, proporcionar una señal de advertencia de alarma sonora o visual, o programar un evento de mantenimiento adecuado. A modo de ejemplo, el aprovisionamiento de la señalización correspondiente puede implementarse mediante un módulo de salida que forma

parte del elemento 102.

El transductor de vibración

El procesador de señales puede configurarse para recibir señalización asociada procedente de un transductor de vibración colocado sobre, o en relación con, la bomba o máquina accionada, y puede proporcionar una sincronización de una forma de onda de tiempo de vibración detectada en la bomba o máquina accionada, basándose en la frecuencia de deslizamiento determinada. El transductor de vibración puede incluir, o formar parte de, dispositivos de alarma y/o monitorización de estado, por ejemplo, como el descrito en una o más de las patentes o solicitudes de patente enumeradas a continuación cedidas al cesionario de la presente solicitud, incluidas alarmas y dispositivos de monitorización de estado, los cuales se incorporan todos por referencia en su totalidad. A modo de ejemplo, el dispositivo de alarma o monitorización de estado puede estar configurado en el alojamiento 26 del cojinete de la máquina accionada.

Dispositivos de alarma o monitorización de estado

El cesionario de la presente invención ha desarrollado y fabrica una familia de dispositivos de alarma y/o monitorización de estado para cojinetes y bombas, por ejemplo, conocidos como dispositivo iAlert™. A modo de ejemplo, la familia de tales dispositivos de alarma y/o de monitorización de estado puede incluir lo que se describe a continuación:

Solicitud de patente número de serie 14/685,134, presentada el 13 de Abril de 2015, titulada "Sensing module for monitoring conditions of a pump or pump assembly" ("Módulo de detección para monitorizar los estados de una bomba o conjunto de bomba"), con expediente n.º 911-002.071/F-GI-1501US;

Solicitud de patente número de serie 29/516,282, presentada el 30 de Enero de 2015, titulada "Mounting bracket and a combination of a mounting bracket and a sensing module" ("Soporte de montaje y una combinación de un soporte de montaje y un módulo sensor"), con expediente n.º 911-002.070/F-GI-1502US;

Solicitud de patente número de serie 29/516,277, presentada el 30 de Enero de 2015, titulada "Sensing module" ("Módulo de detección"), con expediente n.º 911-002.069/F-GI-1501US;

Solicitud de patente número de serie 14/681,577, presentada el 8 de Abril de 2015, titulada "Nodal dynamic data acquisition and dissemination device" ("Dispositivo nodal de adquisición y difusión de datos dinámicos"), con expediente n.º 911-002.067/F-GI-1401US;

Solicitud de patente número de serie 12/240,287, presentada el 29 de Septiembre de 2008, titulada "Compact self-contained condition monitoring device" ("Dispositivo compacto autónomo de monitorización de estado"), que se concedió como Patente de EE- UU., N.º 8,154,417 el 10 de Abril de 2012, con expediente n.º 911-002.030/07GI006US; así como

Solicitud de patente número de serie 29/292,324, presentada el 5 de Octubre de 2007, titulada "Compact self-contained condition monitoring device" ("Dispositivo compacto autónomo de monitorización de estado", que se concedió como patente de EE. UU., Des. N.º 586.670 de 17 de febrero de 2009, con expediente n.º 911-002.031/07GI006D.

Máquinas accionadas

Las máquinas accionadas, por ejemplo, como bombas o dispositivos giratorios, máquinas alternativas, motores, sopladores, son conocidas en la técnica y no se describen en detalle en la presente memoria. Además, no se pretende que el alcance de la invención quede limitado a ningún tipo particular de la misma que o bien se conozca ahora o bien se desarrolle más adelante en el futuro.

Aisladores de cojinetes

Los aisladores de cojinetes son conocidos en la técnica, y el alcance de la invención no pretende limitarse a ningún tipo particular de los mismos, por ejemplo, incluidos o bien los aisladores de cojinetes ahora conocidos o los que se desarrollen más adelante en el futuro. Además de lo que se describe en la presente memoria, y a modo de ejemplo adicional, el aislador de cojinete puede incluir, o tomar la forma de, una o más de las siguientes tecnologías descritas en una o más de las siguientes patentes: US 5 044 784 A, US 5 044 785 A, US 9 051 968 B2, US 9 140 366 B2, US 9 249 831 B2.

La presente invención resuelve los problemas de la técnica anterior

En efecto, la presente invención aborda y resuelve los problemas analizados en los antecedentes antes mencionados de la sección de invención, por ejemplo, incluyendo específicamente:

- la necesidad de proporcionar un mejor VFD;
- el hecho de que un VFD de la técnica anterior sólo proporcionaba un valor de deslizamiento calculado;
- 5 la incapacidad del VFD de la técnica anterior para detectar el deslizamiento de la correa en aplicaciones accionadas por correas en V;
- la necesidad de sensores ópticos o inductivos separados;
- la necesidad de diseñar una línea de visión del sensor;
- la posibilidad de pérdida de señal debido a la contaminación del objetivo óptico;
- 10 la necesidad de diseñar una muesca en el árbol o acoplamiento;
- la necesidad de insertar el sensor inductivo muy cerca de la muesca; y
- la necesidad de utilizar dos sensores o un patrón óptico (sujeto a la contaminación mencionada anteriormente), para detectar la dirección de rotación del árbol.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato que comprende:

un sensor (22) de flujo;

un componente giratorio (24), en donde el componente giratorio está configurado para girar con un árbol (20) de una máquina accionada (18);

un alojamiento (26) de cojinete de máquina accionada, estando dispuesto el sensor de flujo sobre, o en relación con, el alojamiento (26) de cojinete de una máquina accionada;

uno o más imanes giratorios (24a, 24e, 24h) colocados en el componente giratorio (24), en donde el componente giratorio comprende un aislador de cojinete que tiene una parte estacionaria (S) y una parte giratoria (R) con los uno o más imanes giratorios colocados en ella; y

un procesador (100) de señales configurado para

recibir señalización procedente del sensor (22) de flujo que contiene información sobre tanto un campo residual de una alimentación eléctrica a un motor (12) de la máquina accionada (18) como sobre un campo magnético procedente de los uno o más imanes giratorios colocados en el componente giratorio (24) de la máquina accionada (18); y

determinar la señalización correspondiente que contiene información sobre el funcionamiento de la máquina accionada (18), basándose en una diferencia entre una frecuencia de alimentación eléctrica y una frecuencia de deslizamiento determinada a partir de la señalización recibida y procesada.

2. El aparato según la reivindicación 1, en donde el procesador de señales está configurado para proporcionar la señalización correspondiente para procesamiento adicional para determinar información adicional sobre el funcionamiento de la máquina accionada.

3. El aparato según la reivindicación 1, en donde el procesador de señales está configurado para determinar un porcentaje de carga y potencia de salida de la máquina accionada basándose en una comparación de una cantidad de deslizamiento con las características del motor de la máquina accionada.

4. El aparato según la reivindicación 3, en donde el procesador de señales está configurado para determinar el par y la corriente consumida de la máquina accionada debido a la cantidad de deslizamiento.

5. El aparato según la reivindicación 1, en donde el procesador de señales está configurado para detectar un mal funcionamiento de la máquina accionada, basándose en una cantidad de deslizamiento fuera de un intervalo normal, incluyendo, o bien muy poco como en el caso de una bomba que funciona en seco, o bien demasiado como en el caso de una bomba sobrecargada o agarrotada, y proporcionar en la señalización correspondiente, información sobre una alarma u otra notificación.

6. El aparato según la reivindicación 1 o 5, en donde el aparato comprende un transductor de vibración; y el procesador de señales está configurado para recibir señales asociadas procedentes del transductor de vibración colocado sobre, o en relación con, la máquina accionada, y proporcionar una sincronización de una forma de onda de tiempo de vibración detectada en la máquina accionada, basándose en la frecuencia de deslizamiento determinada.

7. El aparato según la reivindicación 1, en donde el componente giratorio comprende un árbol (20) de la máquina accionada (18) que tiene los uno o más imanes colocados sobre el mismo.

8. El aparato según la reivindicación 1, en donde el procesador de señales está configurado para procesar la señalización recibida y determinar la frecuencia de la alimentación eléctrica y la frecuencia de deslizamiento basándose en una técnica de aislamiento de frecuencia.

9. El aparato según la reivindicación 8, en donde la técnica de aislamiento de frecuencia incluye el uso de una técnica de Transformación Rápida de Fourier, FFT.

10. El aparato según la reivindicación 1, en donde los uno o más imanes están colocados sobre el componente giratorio en un patrón controlado; y el procesador de señales está configurado para determinar la dirección de rotación de un árbol (20) de la máquina accionada (18), basándose en la señalización recibida.

11. El aparato según la reivindicación 10, en donde el patrón controlado incluye o toma la forma de uno o más de los siguientes: ubicación del imán, número de imanes, intensidad del imán o polaridad del imán.

12. El aparato según la reivindicación 11, en donde el procesador de señales está configurado para determinar la dirección de rotación del árbol (20) de la máquina accionada (18), basándose en la señalización recibida que contiene información sobre el movimiento de los uno o más imanes. que giran más allá del sensor de flujo y crean una serie

única de pulsos que se procesan para determinar si la rotación del árbol es en el sentido de las agujas del reloj o en el sentido contrario a las agujas del reloj.

13. Un método para hacer funcionar un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, comprendiendo el método:

- 5 recibir, con un procesador (100) de señales, señalización procedente de un sensor (22) de flujo que contiene información sobre un campo residual de una alimentación eléctrica a un motor de una máquina accionada y un campo magnético procedente de loa uno o más imanes giratorios colocados en un componente (24) de la máquina accionada (18); y
- 10 determinar, con el procesador de señales, la señalización correspondiente que contiene información sobre el funcionamiento de la máquina accionada (18), basándose en una diferencia entre una frecuencia de alimentación eléctrica y una frecuencia de deslizamiento determinada a partir de la señalización recibida y procesada.
- 15 14. El método según la reivindicación 13, en donde el método comprende además proporcionar, con el procesador de señales, la señalización correspondiente para procesamiento adicional para determinar información adicional sobre el funcionamiento de la máquina accionada.

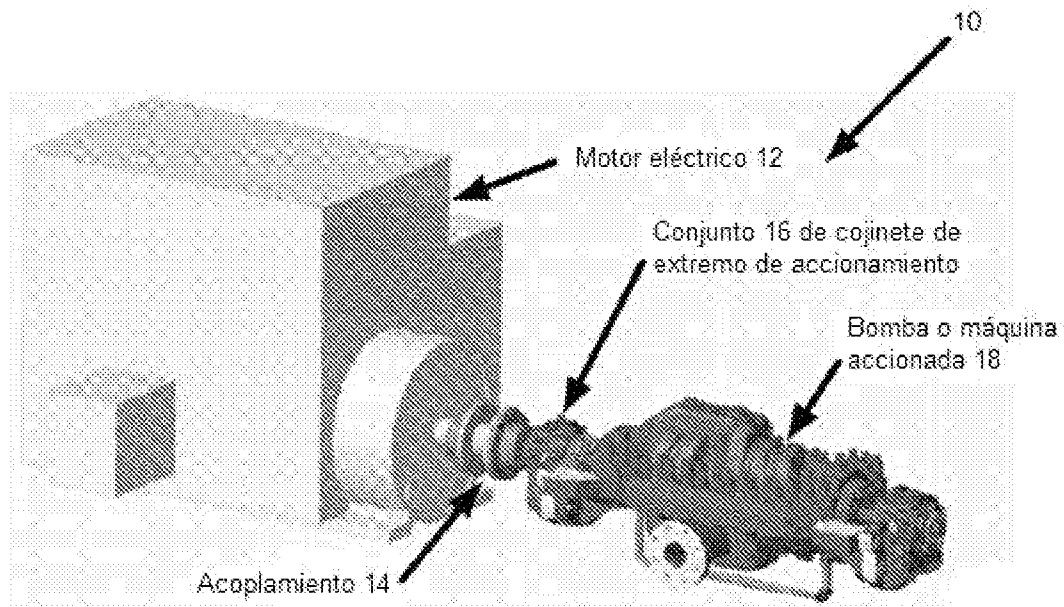


FIG. 1

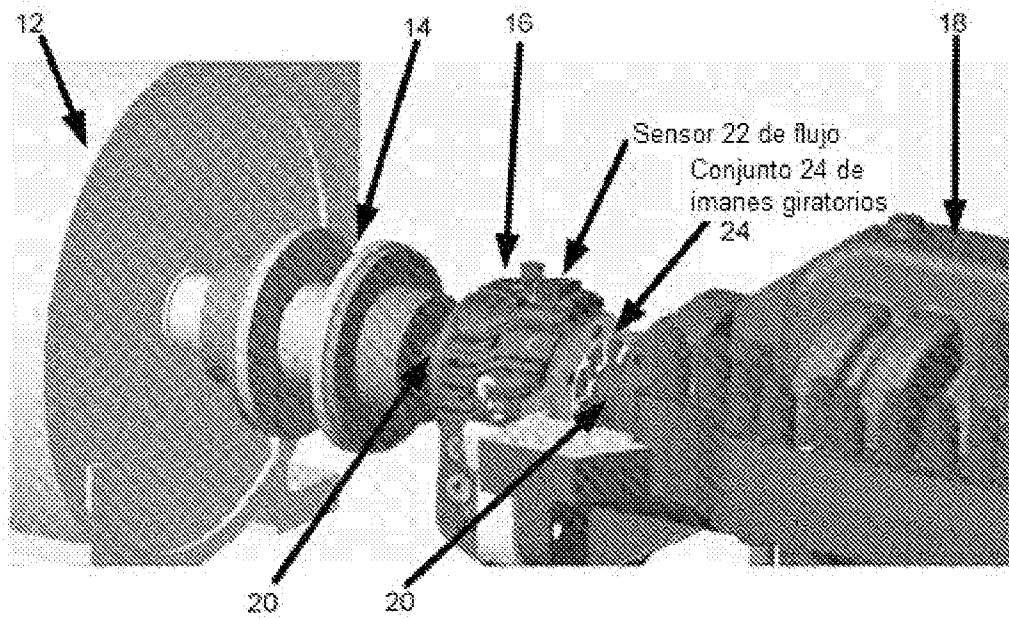


FIG. 2

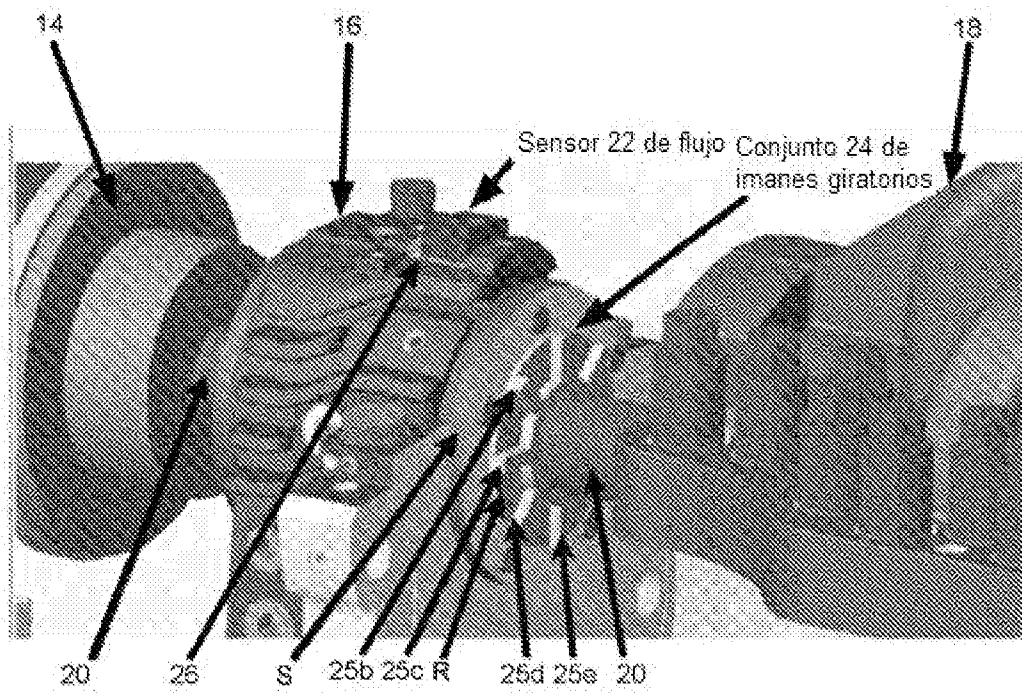


FIG. 3

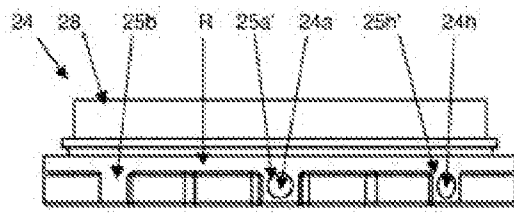


FIG. 4C

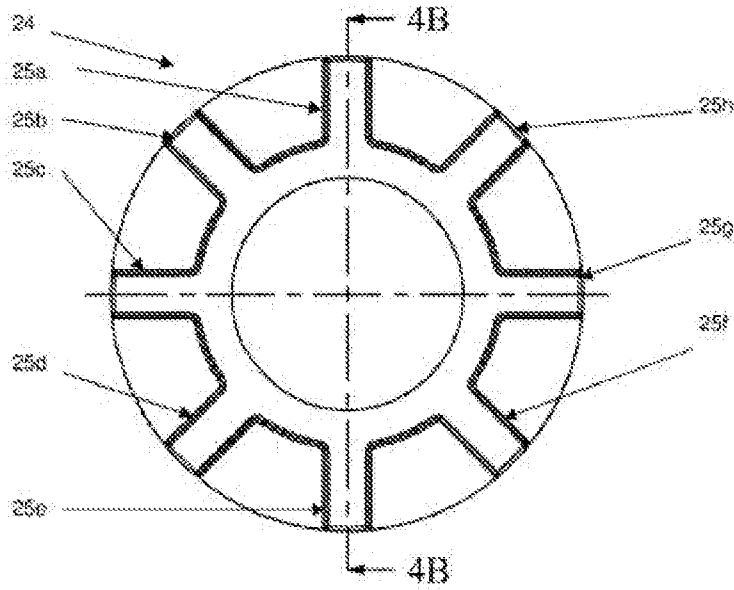


FIG. 4A

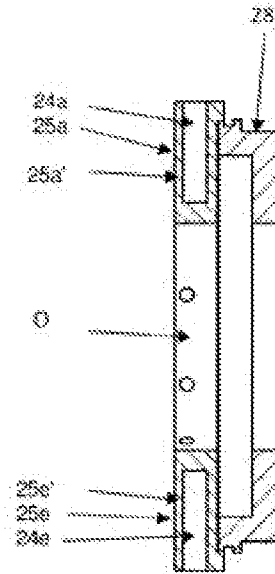


FIG. 4B

Figura 4: El conjunto magnetico giratorio

Aparato 10, p. ej., que incluye un sistema de bomba que tiene un motor eléctrico 2, un acoplamiento 14, un conjunto 16 de cojinete de extremo de accionamiento y una bomba o máquina accionada 18, que presenta

Procesador 100 de señales configurado al menos para:

recibir señalización procedente de un sensor 22 de flujo que contiene información sobre un campo residual procedente de una alimentación eléctrica al motor 12 de la bomba o máquina accionada 18 y un campo magnético procedente de uno o más imanes giratorios 24a, 24b, 24c, 24d colocados sobre un componente giratorio 24 de la bomba o máquina accionada 18;

determinar señalización correspondiente que contiene información sobre el funcionamiento de la bomba o máquina accionada 18 basada en una diferencia entre una frecuencia de alimentación eléctrica y una frecuencia de deslizamiento determinada a partir de la señalización recibida y procesada; y/o

proporcionar la señalización correspondiente que contiene información para procesamiento adicional para determinar información adicional sobre el funcionamiento de la bomba o máquina accionada 18.

Otros circuitos procesadores de señales, conjuntos de circuitos, o componentes 102 que no forman parte de la invención subyacente, p. ej., incluyendo módulos de entrada/salida/módems uno o más módulos de memoria (p. ej., RAM, ROM, etc.), datos, arquitectura de bus de dirección y control, etc.

Figura 5