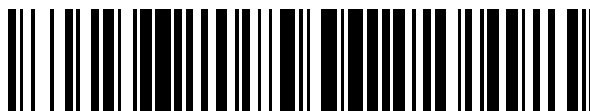


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 582 935**

51 Int. Cl.:

**G01P 3/488** (2006.01)

**G01P 13/04** (2006.01)

**G01D 5/20** (2006.01)

**G01F 1/075** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.07.2001 E 01950126 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.05.2016 EP 1325286**

54 Título: **Un dispositivo y un método para la detección sin contacto del estado rotacional de un rotor**

30 Prioridad:

**09.08.2000 SE 0002853**

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

**16.09.2016**

73 Titular/es:

**ELSTER MESSTECHNIK GMBH (100.0%)  
POSTFACH 1740  
68607 LAMPERTHEIM, DE**

72 Inventor/es:

**KJELLIN, TORD y  
RALBERG, STAFFAN**

74 Agente/Representante:

**COBO DE LA TORRE, María Victoria**

ES 2 582 935 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

Un dispositivo y un método para la detección sin contacto del estado rotacional de un rotor

5 **Ámbito técnico**

(0001) La invención hace referencia a un dispositivo para la detección sin contacto del estado rotacional de un rotor, es decir, al menos una de las posiciones del estado rotacional, la dirección rotacional, el trayecto rotacional cubierto y la velocidad rotacional. El rotor tiene una superficie final dirigida hacia una dirección axial o  
 10 alternativamente, una parte de una superficie envolvente dirigida en una dirección axial encima de una radial, dividida alrededor de un giro rotacional en una parte conductiva eléctricamente y una parte no conductiva eléctricamente, comprendiendo los ángulos centrales de estas dos partes alrededor del eje de rotación del rotor juntos 360°. El dispositivo comprende tres bobinas eléctricas fijadas estacionariamente conjuntas hacia y con los  
 15 ejes de las bobinas dirigidas hacia el recorrido rotacional para la parte conductiva del rotor, preferiblemente, dirigidas perpendicularmente respecto al plano de la superficie de la parte conductiva del rotor. Estas bobinas están cada una conectadas eléctricamente a un condensador para formar un circuito resonante cerrado paralelamente. Los circuitos resonantes de las tres bobinas están conectados a un miembro de impulso para comenzar las oscilaciones resonantes, así como a un circuito electrónico para la evaluación y presentación de los  
 20 datos seleccionados del estado rotacional. El dispositivo puede usarse en medidores de fluido para líquidos. La invención también expone un método para la detección del estado rotacional de un rotor mediante el dispositivo.

**Técnica anterior**

(0002) Es conocido previamente que la amortiguación en un circuito resonante paralelo que comprende una bobina  
 25 y un condensador, un denominado circuito oscilante LC, es influenciada por el hecho de si la bobina está cerca de un objeto conductivo eléctricamente, o si dos circuitos resonantes están situados cerca el uno del otro. Semejantes dispositivos son conocidos en los documentos DE 197 25 806 A1 ó US-A-5 187 989. En el documento de manifestación alemán DE 3318900 A1 es conocido un circuito eléctrico simple con un circuito LC. Un proceso de oscilación resonante en el circuito LC comienza con un impulso de tensión continua y se muestra cómo el proceso  
 30 de oscilación es amortiguado en una gran medida cuando un objeto conductivo electrónicamente se ha llevado cerca de la bobina del circuito LC.

(0003) El documento de manifestación alemán DE 3213602 A1 describe cómo un aparato electrónico puede ser  
 35 diseñado para obtener ventajas del hecho arriba mencionado. Después de que haya comenzado un proceso de oscilación resonante en el circuito resonante con la ayuda de un generador de impulso, después de la transformación del proceso de oscilación hasta el punto en que la amplitud de oscilación es más baja que un valor de umbral seleccionado, el aparato da lugar a impulsos cuadrados a un contador. El número de impulsos cuadrados para el respectivo proceso de oscilación corresponde al número de oscilaciones de medio ciclo con una amplitud mayor que los impulsos cuadrados y este número de impulsos cuadrados depende de si el circuito resonante ha  
 40 sido amortiguado o no mediante una influencia externa, por ejemplo, por un objeto metálico que se lleva contra la bobina del circuito resonante.

(0004) También es conocido anteriormente el uso de este principio de detección para la detección sin contacto del  
 45 estado rotacional en un medidor de fluido para líquidos, que tiene un impulsor que rota con el fluido de líquido. La especificación de patente alemana DE 3923398 C1 está basada en semejante medidor de fluido conocido que tiene un rotor con una sección de una superficie dividida alrededor de un giro rotacional dentro de partes de la superficie con diferentes propiedades electromagnéticas, es decir, con propiedades conductivas eléctricamente y  
 50 propiedades no conductivas eléctricamente, respectivamente. Un número de bobinas eléctricas incluidas en un número correspondiente de circuitos LC están dispuestas contiguas al recorrido rotacional de estas partes de la superficie de rotor. En estos circuitos de oscilación, los procesos de oscilación resonantes se inician en una secuencia periódica con la ayuda de impulsos de tensión continua emitidos a los circuitos en un orden cronológico adecuado, mientras que los respectivos procesos de oscilación resonantes son amortiguados a diferentes grados,  
 55 es decir, a diferentes velocidades, dependiendo de si la bobina del circuito está actualmente situada contigua a una parte de la superficie del rotor con una parte de la superficie del rotor o conductiva eléctricamente con propiedades eléctricamente no conductivas. Los procesos de oscilación están transformados en diferentes números de impulsos cuadrados de salida para los circuitos LC, que están amortiguados al máximo y al mínimo, respectivamente. Los impulsos cuadrados se pasan a un contador conectado a una unidad de evaluación que calcula los datos deseados, a partir de estas señales de estado, respecto a la rotación y la dirección rotacional.

(0005) Según el documento DE 3923398 C1 es una configuración común de estos dispositivos que las partes de la  
 60 superficie rotatoria conductiva y no conductiva del rotor comprendan cada una 180° y que cuatro bobinas eléctricas estén distribuidas de forma uniforme contiguas al recorrido rotacional de la parte de la superficie conductiva y no conductiva del rotor. Con cuatro bobinas a una distancia mutua de 90°, al menos un circuito resonante siempre será amortiguado hasta una medida máxima, y al menos, un circuito resonante siempre será amortiguado hasta  
 65 una medida mínima. De la misma especificación es conocido, como condición fundamental, que para la detección de la dirección rotacional, es decir, además de la detección de la magnitud de la rotación, una tercera bobina es necesaria, preferiblemente desplazada 90°, además de dos bobinas de detección que están desplazadas 180° en relación entre sí. Usando una cuarta bobina, situada en un ángulo de 90° entre las cuatro bobinas se consideraba

una configuración ventajosa. En ese caso, la dirección rotacional puede ser detectada también en el caso de una pérdida de una bobina, por ejemplo, debido a algún mal funcionamiento.

(0006) Los dispositivos conocidos están basados en el hecho de que dependiendo de si ocurre una amortiguación a través de la influencia externa o no, el proceso de oscilación realiza un distinto número de oscilaciones hasta el punto en que la amplitud de oscilación cae por debajo de un valor de umbral especificado. Sin embargo, este número de oscilaciones individuales cambia como resultado de la influencia de, por ejemplo, la temperatura ambiental o por los subcomponentes constituyentes que cambian. Bajo determinadas circunstancias, estos cambios pueden llegar tan lejos que el número de oscilaciones que se realiza por el circuito oscilatorio en un estado no amortiguado es tan escaso a causa de estas circunstancias externas, de tal modo que está en un mismo nivel o menor que el número de oscilaciones que el circuito oscilatorio originalmente realizó en un estado amortiguado. A pesar de los intentos de compensar esta situación mediante varios métodos de evaluación y con la situación de las bobinas, el resultado no ha sido satisfactorio. Entre otras cosas, el uso de un gran número de bobinas de detección puede invadir el espacio estructural en dispositivos de rotor muy pequeños. Esto es aplicable, en particular, si por razones de espacio, el rotor ha sido diseñado de modo que forma parte del eje del dispositivo, y en ese caso, es deseable tener las bobinas localizadas cerca y dirigidas axialmente respecto a la superficie final del eje. Esta superficie puede ser muy pequeña en relación a las bobinas que entonces han de ser acomodadas allí.

(0007) La especificación de patente alemana DE 4137695 C2 describe una solución al hecho de que la figura y la extensión de las oscilaciones resonantes están influenciadas no sólo por la amortiguación, asociada con el detector de la rotación, sino también por otras circunstancias externas tales como variaciones de temperatura y por el hecho de que la amortiguación de las oscilaciones puede variar, si el rotor tiene que ser pivotado con un juego radial que en este contexto no es insignificante y que puede tener un efecto impredecible sobre la distancia entre la superficie del rotor y las bobinas. La solución descrita se ha conseguido mediante el uso de un componente de comparación que todo el tiempo compara el número de oscilaciones en oscilaciones resonantes consecutivas. En ese caso, sólo es necesario usar dos bobinas detectoras, desplazadas 180° o adicionalmente, una tercera bobina adicional desplazada 90°, si también hay que detectar la dirección rotacional. Un problema que permanece, sin embargo, es si las bobinas desplazadas 180° pasan el límite entre las partes de la superficie conductivas eléctricamente y no conductivas eléctricamente del rotor, en el momento cuando tiene lugar la detección. En ese caso, no hay presencia de al menos un circuito oscilatorio amortiguado al máximo y al menos un circuito oscilatorio amortiguado al mínimo. La evaluación puede ser entonces equívoca. Esto es válido, particularmente, cuando a menudo es necesario tener una distancia en el rodamiento del rotor y entonces es necesario tolerar que la distancia más pequeña entre la bobina respectiva y la parte de la superficie conductiva eléctricamente varíe durante la rotación del rotor.

#### **Objeto de la invención**

(0008) El objetivo de la invención es resolver los problemas arriba mencionados durante la detección sin contacto del estado rotacional de un rotor, de manera que una detección fiable de los números de giro completados y las partes del mismo, así como de la dirección rotacional pueden tener lugar también cuando las propiedades de oscilación de las oscilaciones resonantes de los circuitos LC han cambiado, por ejemplo, debido a la influencia de la temperatura ambiente y cuando el rotor, debido a un gran ámbito de temperatura que opera, tiene que ser pivotado de forma que sea capaz de moverse libremente una cierta distancia en la dirección axial para permitir movimientos debidos a la expansión de temperatura que tienen lugar sin ser comprimido.

#### **Resumen de la invención**

(0009) El objeto de arriba se consigue mediante la invención en forma de un dispositivo para la detección sin contacto del estado rotacional de un rotor del tipo que está descrito en el párrafo introductorio. El dispositivo comprende las características de la reivindicación 1ª. Preferiblemente, las bobinas están distribuidas uniformemente con todos los tres ángulos centrales entre sí ascendiendo a 120°. De este modo, en todas las direcciones de rotación del rotor, al menos, un circuito resonante será amortiguado al máximo, y al menos, un circuito resonante será amortiguado al mínimo. A causa de esto, el circuito electrónico al cual los circuitos resonantes han de ser conectados puede proporcionar una evaluación mejorada siendo diseñada por medios automáticos para la compensación, durante la evaluación de los datos seleccionados del estado rotacional, para variaciones en la distancia entre la bobina respectiva y el recorrido rotacional de la parte conductiva del rotor, es decir, para distanciar el rodamiento del rotor. El rotor puede entonces ser fabricado muy pequeño y puede incluso constituir una parte integral del eje en un aparato en el que el eje y el rotor deben rotar ambos.

(0010) Cuando se usa el dispositivo en un medidor de fluido del tipo de una turbina para medir un flujo líquido, preferiblemente con impulsor que es rotatorio mediante la influencia del líquido, puede estar caracterizado por que el rotor con su parte conductiva eléctricamente y su parte no conductiva eléctricamente se emplea en la parte húmeda del medidor de fluido, es decir, en el líquido, mientras que las tres bobinas que junto con tres condensadores pueden formar tres circuitos resonantes paralelos, así como estos condensadores y los circuitos eléctricos asociados se emplean en la parte seca del medidor de fluido con las bobinas fijadas al recorrido rotacional de la parte conductiva eléctricamente del rotor en el otro lado de un separador.

(0011) El objeto también se cumple con la invención en forma de un método para la detección sin contacto del estado rotacional de un rotor de acuerdo con la reivindicación 5ª. Por ello, la detección de las oscilaciones resonantes se realiza con una influencia mutua que no es significativa entre los tres circuitos en la bobina y en el condensador.

5 (0012) El método se caracteriza por que el circuito eléctrico para cada uno de los pares de bobinas y el condensador está cerrado en un circuito resonante paralelo funcional, solamente cuando una oscilación resonante debe ser comenzada en el circuito, tras lo cual ese circuito resonante paralelo se rompe de nuevo a más tardar cuando el siguiente circuito resonante paralelo es cerrado y una oscilación resonante comienza allí. De este modo,  
10 las bobinas de los tres circuitos resonantes paralelos se influyen entre sí en una medida mínima y pueden ser instaladas cercanas entre sí para la detección de la rotación de los rotores pequeños.

(0013) Otra configuración preferible del método está caracterizada por que la bobina y el condensador en cada uno de los tres circuitos, antes de cerrar el circuito en un circuito resonante paralelo y de empezar la oscilación resonante con la ayuda de un impulso de tensión continua, se mantienen conectados entre sí en una conexión en serie y conjuntamente con una fuente de tensión continua, por ejemplo, con el condensador conectado a la fuente de tensión continua y la bobina a un fondo (un voltaje de referencia), y con una conexión al circuito electrónico para la detección de la oscilación resonante situada entre la bobina y el condensador, y por que el comienzo de la respectiva oscilación resonante tiene lugar cerrando un conductor de corto circuito antes que el condensador y la bobina. De este modo, no se necesita ningún control de la extensión de tiempo del impulso de tensión continua.

### Breve descripción de los dibujos

(0014) La invención se describirá en mayor detalle en la descripción siguiente con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales

la figura 1 esquemáticamente muestra bobinas para tres circuitos LC empleados para la detección rotacional axial contigua a la superficie del extremo de un eje o contigua a la superficie del extremos de un rotor montado en un eje,

la figura 2 esquemáticamente muestra bobinas para tres circuitos LC empleados para la detección rotacional radial contigua a la superficie envolvente de un eje o contigua a la superficie envolvente de un rotor montado en un eje,

la figura 3 muestra un diagrama del circuito elemental de un circuito oscilante LC con una bobina y un condensador y con un interruptor de circuito para abrir y cerrar el circuito resonante, así como para generar un impulso tras cerrar el circuito para iniciar una oscilación resonante en el circuito, mostrándose cómo la conexión puede hacerse a un circuito electrónico para la detección y para la evaluación de las oscilaciones, y de este modo, de la rotación del rotor,

la figura 4 muestra un diagrama de tiempo de la secuencia de detección, y

la figura 5 muestra un ejemplo del uso de la invención en un medidor de líquido-fluido.

### Descripción de las configuraciones preferibles

(0015) La figura 1 esquemáticamente muestra una vista final de un rotor (1) para un dispositivo para la detección sin contacto del estado rotacional del rotor. El rotor puede ser también una parte del extremo de un eje. Tres bobinas eléctricas (2a, 2b y 2c) se disponen cerca de la superficie del extremo del rotor, mostrándose en la configuración con sus ejes longitudinales orientados paralelos respecto al eje longitudinal del eje del rotor para la detección rotacional axial. Para hacer posible la detección de la rotación del rotor según la invención, la superficie del extremo del rotor está dividida en una parte conductiva eléctricamente (1a) y una parte no conductiva eléctricamente (1b). En la configuración preferible mostrada, las dos partes comprenden cada una 180° de la superficie del extremo del rotor. Las tres bobinas eléctricas (2a, 2b y 2c) están fijadas estacionariamente cerca y con sus ejes dirigidos hacia el recorrido rotacional de la parte conductiva de la superficie del extremo del rotor, preferiblemente perpendicularmente respecto a su plano de superficie.

(0016) La figura 2 esquemáticamente muestra cómo las tres bobinas eléctricas (2a, 2b y 2c) cómo, en cambio, pueden ser dispuesta cerca de la superficie envolvente del rotor a lo largo de una sección longitudinal de la superficie envolvente, que está dividida alrededor de un giro rotacional en una parte conductiva eléctricamente (1c) y una parte no conductiva eléctricamente (1d). El rotor puede consistir entonces también en una sección longitudinal de un eje. En la configuración mostrada, las tres bobinas están dispuestas con sus ejes longitudinales orientados radialmente hacia fuera de la superficie envolvente del rotor para realizar una detección rotacional radial. Están fijadas estacionariamente cerca y con sus ejes dirigidos hacia el recorrido rotacional de la parte conductiva de esta sección de la superficie envolvente del rotor, preferiblemente, perpendicularmente respecto al plano de la superficie de esa parte tras su paso por delante de la respectiva bobina.

(0017) En la figura 3, un diagrama de circuito elemental muestra cómo cada una de las tres bobinas eléctricas (2, es decir, 2a, 2b y 2c) está conectada a un condensador (3) de tal modo que forma un circuito resonante paralelo

(4), si la conexión a través de la bobina y el condensador se extiende en un circuito cerrado. La bobina (2) respectiva está entonces conectada a un fondo (un voltaje de referencia) y el condensador (3) está conectado, a su vez, a opuesto a la bobina, a una fuente de tensión continua (5). Un interruptor de circuito (6) puede ser controlado para romper y cerrar una conexión eléctrica, con una frecuencia adaptada al ámbito de uso, por delante del condensador y de la bobina. Cuando cierra esta conexión también cierra el circuito a través de la bobina y el condensador en un circuito resonante, mientras que al mismo tiempo, genera un impulso eléctrico en el circuito resonante mediante un corto circuito del potencial de la fuente de tensión continua (5). Esta generación de impulso inicia una oscilación resonante que está amortiguada en varios grados, es decir, en varias velocidades, dependiendo de las diferentes condiciones de amortiguación en el mismo circuito y también, en gran medida, desde su entorno. Habida cuenta que esa parte del rotor, hacia la cual se dirigen las bobinas, está dividida en una parte conductiva eléctricamente (1a, 1c) y en una parte no conductiva eléctricamente (1b, 1d), que durante la rotación del rotor alternativamente pasa por delante y cerca de la respectiva bobina, ocurre una amortiguación diferente del respectivo circuito resonante dependiendo de la posición rotacional del rotor. Esto hace posible una detección exacta de la rotación del rotor. Las oscilaciones resonantes en el respectivo circuito resonante son detectadas, en la configuración mostrada, con una conexión (7) entre la bobina (2) y el condensador (3). La conexión puede ser provista por un equipo de adaptación electrónico (8) y está conectada, para la evaluación a un circuito electrónico (no mostrado) que es capaz de presentar los datos seleccionados del estado rotacional.

(0018) Semejante circuito eléctrico puede estar diseñado de un modo conocido sobre la base de los valores de oscilación obtenidos de los circuitos resonantes del dispositivo de detección relativos primeramente a la extensión de tiempo de las oscilaciones en una amortiguación variante cuando el rotor está rotando, para calcular y presentar todos los sub-componentes del estado rotacional que son deseables presentar, sobre todo, la posición rotacional, la dirección rotacional, el recorrido rotacional cubierto y la velocidad rotacional. Habida cuenta que el objetivo es diseñar un equipo de medida moderno, en este caso, primeramente medidores de fluido, tan eficientemente como sea posible y al mismo tiempo, tan pequeños como sea posible, hay poco espacio para el dispositivo de detección en estos dispositivos pequeños. Una condición de la invención es, por ello, que sólo se usen tres bobinas eléctricas, que es el menor número de bobinas que permite la medida tanto del recorrido rotacional, como de la dirección rotacional, y que permite que estas tres bobinas sean influenciadas por sólo una sección de la superficie del rotor conductiva eléctricamente y otra no conductiva eléctricamente, para que se manifieste claramente su efecto de amortiguación variante, también en el caso de dimensiones pequeñas de rotor. Una dificultad de usar sólo tres bobinas y dos secciones de una superficie en el rotor en el dispositivo de detección es, sin embargo, que además del efecto de, por ejemplo, las variaciones de temperatura y de una distancia axial necesaria en el rodamiento del rotor, cuyos factores pueden afectar por sí mismos, pero que según el estado de la técnica no impiden que el circuito electrónico evalúe el estado rotacional, también está la situación puramente geométrica que, con este pequeño número de bobinas, a veces durante la rotación, o las tres bobinas llegan a la misma sección de una superficie en el rotor, o dos de las bobinas llegan justo por encima de las dos líneas de limitación entre la parte conductiva eléctricamente del rotor y la parte no conductiva eléctricamente del rotor. Por ello, de vez en cuando durante la rotación del rotor, no hay presencia de, al menos, un circuito resonante que sea amortiguado en una medida máxima, y al mismo tiempo, al menos, un circuito resonante que sea amortiguado en una medida mínima. Estos momentos de detección hacen entonces el trabajo de evaluación del circuito electrónico imposible o tan dificultoso que los valores que se obtienen no son enteramente fiables, por ejemplo, en el caso de movimientos rotacionales pequeños hacia delante y hacia detrás del rotor. Esto ocurre cuando dos bobinas de detección están situadas diagonalmente opuestas entre sí, según el estado de la técnica, es decir, a un ángulo de  $180^\circ$  entre ellos, y con una tercera bobina de detección situada en algún lugar en medio, por ejemplo, a una distancia de  $90^\circ$ , es decir, a medio camino entre las otras dos bobinas, si al mismo tiempo hay una superficie del rotor a  $180^\circ$  conductiva y una superficie del rotor a  $180^\circ$  no conductiva para la detección.

(0019) Para eliminar el riesgo de una alteración extra, y en la práctica, decisiva de la detección, la invención sugiere una configuración en la que la parte conductiva y la parte no conductiva del rotor, cada una ocupe un ángulo central dentro del ámbito de  $180^\circ \pm 50^\circ$ , preferiblemente ambas  $180^\circ$ , de manera que las tres bobinas estén situadas de tal modo que la suma de los dos ángulos centrales más pequeños entre las mismas exceda, a al menos  $10^\circ$ , al ángulo central más grande de los dos que están ocupados por la parte conductiva y por la parte no conductiva del rotor, respectivamente, estando las bobinas preferiblemente distribuidas uniformemente con los tres ángulos centrales, entre ellos ascendiendo a  $120^\circ$ . De este modo, en todas las posiciones rotacionales del rotor, al menos un circuito resonante será amortiguado en una medida máxima, y al menos, un circuito resonante será amortiguado en una medida mínima. El circuito electrónico puede entonces ser diseñado para mostrar los valores correctos para todas las partes del estado rotacional, a pesar de las otras alteraciones mencionadas.

(0020) En la figura 1 y la figura 2 de los dibujos, la configuración más preferible de la invención, según lo mencionado arriba, ha sido seleccionada, es decir, con un ángulo de  $120^\circ$  sucesivamente entre las tres bobinas y con las dos secciones de la superficie del rotor, preparadas para el proceso de detección, cada una extendiéndose  $180^\circ$  alrededor del rotor. En ese caso, dos bobinas no pueden llegar simultáneamente justo por encima, o incluso, con dimensiones pequeñas, cerca de las dos limitaciones entre las secciones de la superficie. En lugar de ello, las oscilaciones en, al menos, una bobina siempre será amortiguada en una medida máxima, mientras que al mismo tiempo, las oscilaciones en, al menos, una de las otras bobinas son amortiguadas en una medida mínima.

(0021) La detección también puede ser alterada por el hecho de que los circuitos resonantes en sí mismos, así como sus oscilaciones resonantes mutuas, se influyen entre sí, es decir, la amortiguación en cada uno de los

circuitos es alterada. En un método según la invención, las oscilaciones se inician, por ello, en un circuito resonante en un momento, es decir, las oscilaciones resonantes de los circuitos se inician en secuencia. Estas oscilaciones son entonces detectadas en este orden secuencial y son evaluadas con el circuito electrónico para la presentación o para el uso posterior de los datos seleccionados del estado rotacional. La figura 4 muestra cómo los impulsos (9a, 9b y 9c) para iniciar las oscilaciones en los tres circuitos resonantes pueden ser distribuidos en una secuencia a lo largo del tiempo.

(0022) También, para prevenir que los circuitos resonantes como tales se influyeran entre sí, conforme a la invención, es posible asegurar que cada circuito resonante se mantenga cerrado solamente por ese periodo en el cual tiene lugar una oscilación, mientras que ese circuito se rompe durante el resto del tiempo de manera que no constituye un circuito resonante cerrado. Las bobinas de los tres circuitos resonantes paralelos se influenciarán entonces entre sí sólo en una medida mínima y pueden ser montadas también cerca entre sí para la detección de la rotación de los rotores pequeños.

(0023) Un modo de conseguir que esto se ejerce con la conexión según la figura 3, en la que el interruptor de circuito (6) rompe y cierra el circuito resonante y tras cada cierre, causa simultáneamente un impulso eléctrico que inicia una oscilación resonante. Tampoco se necesita ningún control de la extensión de tiempo del impulso de tensión continua con esta configuración.

(0024) La figura 5 muestra cómo la detección puede ser dispuesta en un medidor de líquido-fluido con un impulsor. El impulsor (10) que en la configuración mostrada es el rotor del dispositivo de detección, se emplea en la parte húmeda del medidor de fluido, es decir, en el líquido, mientras que las tres bobinas eléctricas (2a, 2b y 2c) que forman parte del dispositivo de detección se emplean en la parte seca del medidor de fluido. Entre las bobinas y el impulsor hay un separador (no mostrado) u otro aislamiento alrededor de las bobinas, que evitan que el líquido alrededor del impulsor entre dentro del espacio donde está dispuesta la respectiva bobina. Una de las partes del lado central del impulsor tiene la forma de una superficie de plano circular, que en un segmento semicircular (1e) está metalizada y en su otro segmento semicircular (1f) no es conductiva eléctricamente. Esta superficie del medio lado metalizada, circular también puede ser, en cambio, una superficie del extremo de un eje rotatorio o una parte del eje, al cual está fijado el impulsor que en ese caso sólo consiste en un aro (12) y una hoja (10a). El impulsor está diseñado para rotar alrededor y junto con una parte del eje (11) el cual es pivotado de tal modo que la fricción es baja durante la rotación. El impulsor puede ser pivotado, en cambio, para rotar alrededor de un eje estacionario y su rodamiento puede diseñarse con una fricción baja también en este caso.

(0025) En la figura 5, las tres bobinas (2a, 2b y 2c) se disponen cerca de la superficie circular de medio lado metalizada, que rota con el impulsor, pero en el otro lado del separador (no mostrado). Las bobinas se disponen con sus ejes longitudinales orientados perpendicularmente respecto a la superficie circular de medio lado metalizada. Están situadas a una distancia angular mutua de  $120^\circ$  para poder proporcionar los mejores valores posibles de detección desde los circuitos resonantes paralelos conectados a la bobina respectiva y al condensador asociado, teniendo en consideración cualquier tipo de alteración que pudiera ocurrir. Los valores de detección se pasan a un circuito electrónico (no mostrado), diseñado para esta finalidad y ya conocido, cuyo circuito está diseñado para calcular y presentar o para el uso posterior de los datos seleccionados que están incluidos en el estado rotacional del impulsor.

### Configuraciones alternativas

(0026) Las diferentes configuraciones en detalle del dispositivo de detección y del método para el uso del mismo pueden variarse, por supuesto, de diferentes modos sin abandonar la invención como se describe en las reivindicaciones 1ª y 5ª. Por ejemplo, la parte rotatoria eléctricamente conductiva y la parte rotatoria eléctricamente no conductiva, respectivamente, del rotor puede disponerse en otro lugar que en la superficie del extremo opuesta axialmente o en la superficie envolvente opuesta radialmente de un miembro de rotor. En cambio, pueden estar dispuestas, por ejemplo, en una parte rotatoria con una forma cónica o curvada. Los ejes longitudinales de las bobinas no tienen que ser orientadas completamente de forma perpendicular respecto a la superficie, por ejemplo, en tales casos en que las bobinas en el equipo de detección se sitúan más fácilmente, si se evita esto. La generación de impulsos a los circuitos resonantes paralelos para iniciar las oscilaciones resonantes también puede realizarse con cualquier otro dispositivo, distinto del interruptor del circuito descrito.

## REIVINDICACIONES

- 1<sup>a</sup>.- Un dispositivo para la detección sin contacto del estado rotacional de un rotor, es decir, al menos una de las posiciones del estado rotacional, la dirección rotacional el recorrido rotacional cubierto y la velocidad rotacional, teniendo el rotor (1, 10) una superficie del extremo (1a+1b) (1e+1f) opuesta en una dirección axial o alternativamente, una parte de la superficie envolvente (1c+1d) opuesta en una dirección axial hasta una radial, dividida alrededor de un giro rotacional en una parte conductiva eléctricamente (1a, 1c, 1e) y una parte no conductiva eléctricamente (1b, 1d, 1f), comprendiendo los ángulos centrales de dichas dos partes alrededor del eje de rotación del rotor juntos 360°, y el dispositivo comprende tres bobinas eléctricas (2a, 2b, 2c) fijadas estacionariamente cerca y con los ejes de las bobinas dirigidos hacia el recorrido rotacional de la parte conductiva del rotor, preferiblemente dirigidos perpendicularmente respecto al plano de la superficie de la parte conductiva del rotor, cuyas bobinas (2) están cada una conectadas eléctricamente a un condensador (3) para formar un circuito resonante paralelo cerrado (4), en el que los circuitos resonantes de las tres bobinas pueden ser conectadas a un miembro de impulso para iniciar las oscilaciones resonantes, así como a un circuito eléctrico que puede evaluar y presentar los datos seleccionados del estado rotacional, y en que además la parte conductiva y la parte no conductiva del rotor, cada una ocupa un ángulo central dentro del ámbito de 180° +- 50°, preferiblemente ambas 180°, y las tres bobinas están situadas de tal modo que la suma de los dos ángulos centrales más pequeños entre ellos excede en al menos 10°, de los dos ángulos centrales más grandes que son ocupados por las partes conductiva y no conductiva del rotor, respectivamente, estando distribuidas las bobinas, preferiblemente, de forma uniforme con los tres ángulos centrales entre ellos ascendiendo a 120°, y en todas las posiciones rotacionales del rotor, al menos, un circuito resonante es amortiguado en una medida máxima y, al menos, un circuito resonante es amortiguado en una medida mínima, que se caracteriza por que el circuito eléctrico para cada uno de los pares de bobinas (2) y el condensador (3), que deben formar cada uno de los circuitos resonantes paralelos (4), en su posición de no funcionamiento, cuando no tiene que tener lugar ninguna oscilación resonante en el mismo, está configurado como un circuito abierto, y que comprende un medio (6) que está construido para cerrar el circuito en un circuito resonante paralelo cerrado funcional, cuando una oscilación resonante ha de ser iniciada en este circuito, y para romper este circuito de nuevo en un circuito abierto, cuando las oscilaciones resonantes no deben ya tener lugar en este circuito.
- 2<sup>a</sup>.- Un dispositivo según la reivindicación 1<sup>a</sup>, que se caracteriza por que la bobina (2) y el condensador (3) en cada uno de los circuitos resonantes paralelos (4) están conectados entre sí en series entre una fuente de tensión continua (5) y un voltaje de referencia, por ejemplo, un fondo, y que un conductor de corto circuito, que comprende los medios para cerrar y para romper, está conectado por delante de la bobina y del condensador, y que de este modo, este medio (6), al mismo tiempo que cierra el circuito en un circuito resonante paralelo cerrado funcional, también está dispuesto para causar un impulso de corto circuito, que iniciará la oscilación resonante en este circuito.
- 3<sup>a</sup>.- Un dispositivo según la reivindicación 1<sup>a</sup> o la reivindicación 2<sup>a</sup>, en un aparato que comprende un eje (1) que está diseñado para rotor, caracterizado por que el rotor constituye una parte integral del eje.
- 4<sup>a</sup>.- Un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores para el uso en un medidor de flujo del tipo de una turbina para medir un fluido líquido, preferiblemente con un impulsor (10) que es rotatorio a través de la influencia del líquido, que se caracteriza por que el rotor (10, 1e, 1f) con su parte conductiva eléctricamente (1e) y su parte no conductiva eléctricamente (1f) se empela en la parte húmeda del medido de fluido, es decir, en el líquido, y las tres bobinas (2a, 2b, 2c) que junto con los tres condensadores (3) pueden formar tres circuitos resonantes paralelos (4), así como estos condensadores y circuitos eléctricos asociados se emplean en la parte seca del medidor de fluido con las bobinas fijadas cerca del recorrido rotacional de la parte conductiva eléctricamente (1e) del rotor en el otro lado del separador.
- 5<sup>a</sup>.- Un método para la detección sin contacto del estado rotacional de un rotor (1, 10) mediante un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1<sup>a</sup>-14<sup>a</sup>, que comprende una sección del rotor alrededor de un giro rotacional que muestra una parte conductiva eléctricamente (1a, 1c, 1e) y una parte no conductiva eléctricamente (1b, 1d, 1f), así como tres bobinas eléctricas (2<sup>a</sup>, 2b, 2c) dispuestas cerca y con los ejes de las bobinas dirigidas hacia el recorrido rotacional de la parte conductiva eléctricamente del rotor, cada una de las bobinas estando conectadas eléctricamente a un condensador (3) para formar un circuito resonante paralelo cerrado (4) a través de la bobina y del condensador y para la conexión a un circuito electrónico para evaluar los datos seleccionados en el estado rotacional del rotor, que se caracteriza por
- Configurar el circuito eléctrico para cada uno de los pares de bobinas (2) y el condensador (3), que deben formar cada uno de los circuitos resonantes paralelos (4), en su condición de no funcionamiento, cuando no debe tener lugar ninguna oscilación en el mismo, como un circuito abierto,
  - Cerrar mediante un medio (6), comprendido en el circuito, el circuito en un circuito resonante paralelo cerrado funcional, cuando una oscilación resonante debe ser iniciada en este circuito, y
  - Romper mediante un medio (6) el circuito de nuevo en un circuito abierto, cuando las oscilaciones resonantes no deben ya tener lugar en este circuito.
- 6<sup>a</sup>.- Un método según la reivindicación 5<sup>a</sup>, que se caracteriza por que dependiendo de la amortiguación que debe conseguir la parte conductiva eléctricamente del rotor, dependiendo de la posición rotacional del rotor, se inicia una

oscilación resonante eléctrica con velocidades variantes de declive, dependiendo de esto, en cada uno de los tres circuitos resonantes con un impulso de tensión continua (9a, 9b, 9c) en un circuito resonante en un momento, es decir, las oscilaciones resonantes de los circuitos se inician en una secuencia, y estas oscilaciones son detectadas y evaluadas en este orden con el circuito electrónico para la presentación, o posterior uso de los datos, de los datos seleccionados del estado rotacional, y en este caso, la detección de las oscilaciones resonantes tiene lugar sin que se dé ninguna influencia mutua significativa entre los tres circuitos en la bobina y en el condensador.

7ª.- Un método según la reivindicación 5ª ó 6ª, que se caracteriza por que el circuito eléctrico para cada uno de los pares de bobinas (2) y el condensador (3) está cerrado en un circuito resonante paralelo funcional (4) sólo cuando una oscilación resonante ha de ser iniciada en el circuito, tras lo cual aquél circuito resonante paralelo se rompe de nuevo a más tardar cuando el siguiente circuito resonante paralelo está cerrado y una oscilación resonante se inicia allí, mientras que las bobinas de los tres circuitos resonantes paralelos se influyen entre sí en una medida mínima y pueden ser montados cerca entre sí para la detección de la rotación de los rotores pequeños.

8ª.- Un método según la reivindicación 7ª, que se caracteriza por que la bobina (2) y el condensador (3) en cada uno de los tres circuitos, antes de cerrar el circuito en un circuito resonante paralelo (4) y de empezar una oscilación resonante con la ayuda de un impulso de tensión continua (9a, 9b, 9c), se mantienen conectados entre sí en una conexión de serie y conjuntamente en una fuente de tensión continua (5), por ejemplo, con el condensador conectado a la fuente de tensión continua y la bobina a un voltaje de referencia, por ejemplo, un fondo, y con una conexión (7) al circuito electrónico para la detección del circuito resonante situado entre la bobina y el condensador, y el inicio de la respectiva oscilación resonante tiene lugar cerrando un conductor de cortocircuito (6) delante del condensador y de la bobina, para lo cual no se requiere ningún control de la extensión de tiempo del impulso de tensión continua.



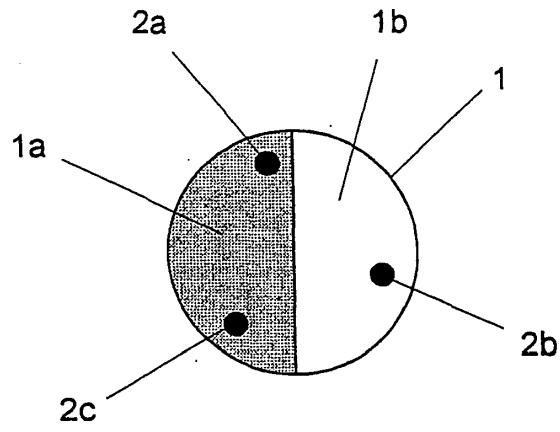


Fig. 1

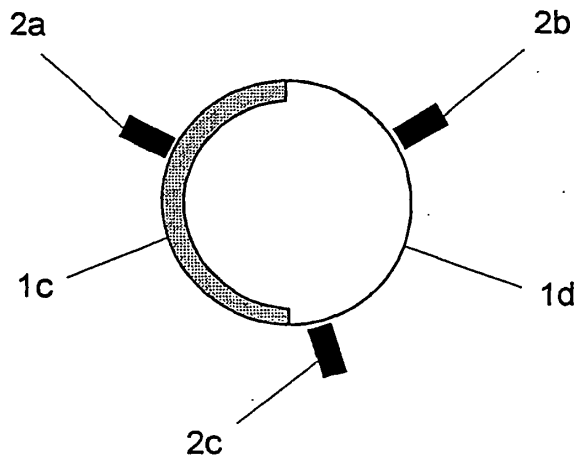


Fig. 2

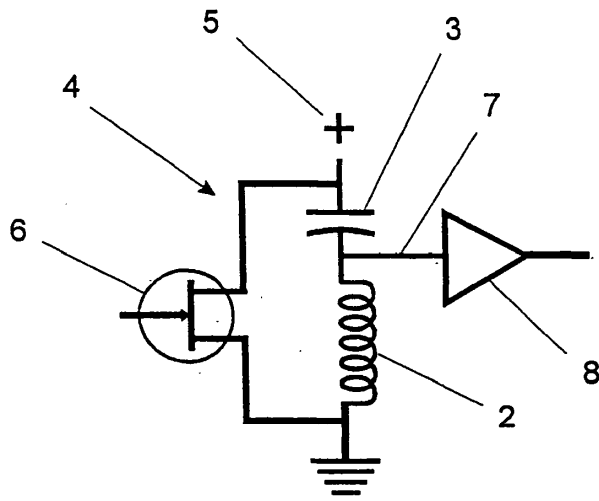


Fig. 3

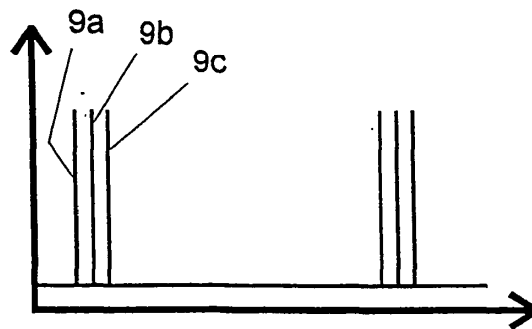


Fig. 4

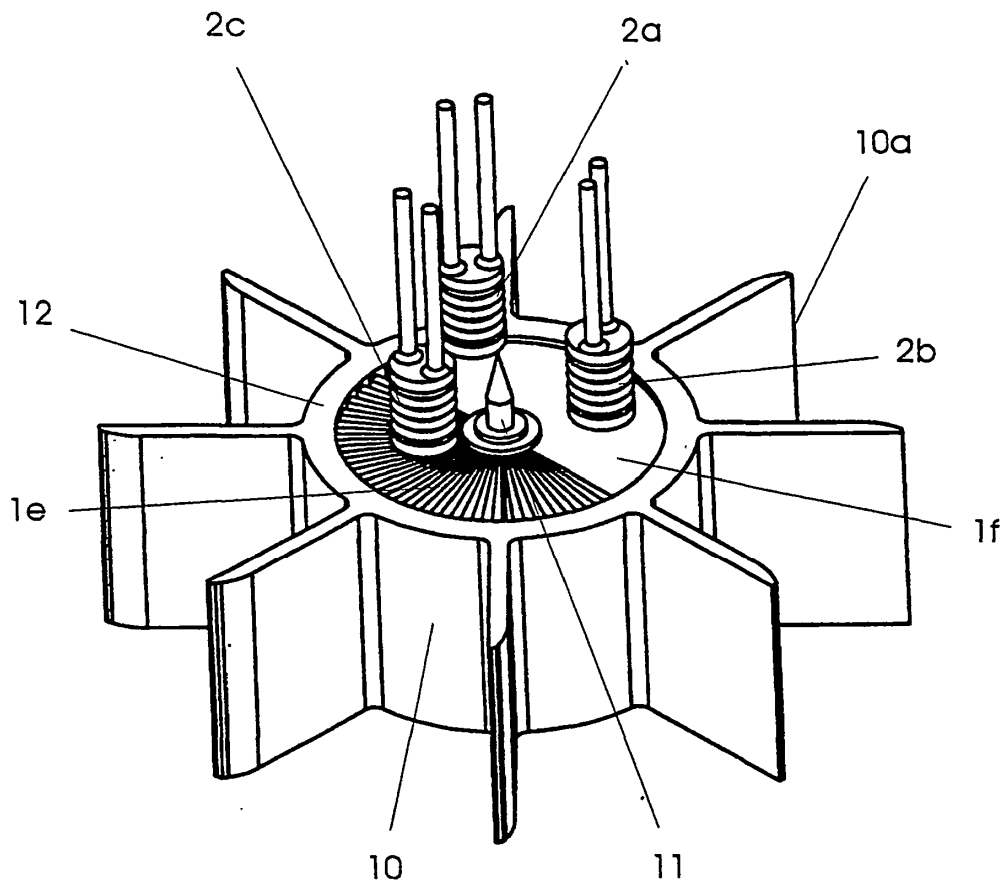


Fig. 5