

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 614 647**

51 Int. Cl.:

G01D 5/249 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.02.2010 PCT/IT2010/000047**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.08.2011 WO11099041**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.02.2010 E 10712802 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.11.2016 EP 2534451**

54 Título: **Dispositivo para medidas angulares equipado con un miembro giratorio**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.06.2017

73 Titular/es:
**ISTITUTO NAZIONALE DI RICERCA
METROLOGICA (I.N.R.I.M.) (100.0%)
Strada delle Cacce 91
10135 Torino, IT**

72 Inventor/es:
PISANI, MARCO

74 Agente/Representante:
SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 614 647 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

Dispositivo para medidas angulares equipado con un miembro giratorio

5 La presente invención se refiere a un dispositivo para medidas angulares que se equipa con un miembro giratorio.

Como se conoce, para medir la rotación de un eje, o en general de una parte giratoria de una máquina, se utilizan dispositivos llamados codificadores angulares. La salida de datos por un codificador es por lo tanto un ángulo de rotación medido a partir de una posición de partida dada: a partir de esto, también se puede obtener la velocidad angular. Un codificador conocido consiste sustancialmente en dos partes principales: una primera parte fija, integral con una estructura de referencia (por ejemplo, el basamento de la máquina) y una segunda parte móvil que se fija a una parte de máquina giratoria (por ejemplo, el brazo de un robot o el eje de un motor). La parte móvil lleva un disco o un tambor sobre el que se imprimen algunas "señales" de referencia. En el caso más común, los signos se disponen regularmente a lo largo de la circunferencia del disco, y algunos sensores dispuestos en la parte fija "ven" dichos signos en el disco y generan señales eléctricas. Cuando la máquina gira, el disco se hace girar con respecto a los sensores, y se genera un número de señales proporcionales al ángulo de rotación. Estas señales finalmente se cuentan y se muestran por un sistema electrónico adecuado. En estas últimas décadas, se crearon y se usaron muchos tipos de codificadores, principalmente diferentes entre sí debido a la tecnología adoptada para el sistema de referencia / sensor (tipo inductivo, capacitivo, magnético, óptico ...). En los últimos años, el sistema que más se usa para codificadores de precisión se basa en sensores ópticos: los codificadores ópticos se basan en un disco, en el que se imprimen signos radiales igualmente espaciados, y en un sensor que mide los cambios de reflectividad o transmitancia del disco junto a los signos. El sistema más simple se compone por un LED que ilumina un disco con sectores que alternativamente bloquea y deja pasar la luz, y un detector que se coloca en el lado opuesto que mide la intensidad de la luz. Este tipo de codificador se suele usar en ratones de ordenador.

En general, la resolución angular de un codificador se determina principalmente por el número de señales presentes en el disco que definen el valor angular del conteo elemental del sistema electrónico. Por ejemplo, un codificador de precisión en cuyo disco hay 3600 signos tiene una resolución básica de $360^\circ / 3600 = 0,1^\circ$ por recuento. Mediante el sistema electrónico, es posible dividir la señal elemental en partes más pequeñas, aumentando aún más la resolución.

En cuanto al codificador "precisión" (es decir, la diferencia máxima entre el valor visualizado y el ángulo de rotación "verdadero"), esto depende de tres factores principales:

- 1) la uniformidad de la distancia angular de los signos;
- 2) la concentricidad de eje de disco y de rotación del codificador; y
- 3) la uniformidad de la división del signo elemental en partes más pequeñas realizadas a nivel electrónico.

Los dos primeros factores generan un error cíclico con la periodicidad de una revolución completa, el tercer factor genera un error cíclico con la periodicidad de un solo signo. Tales errores no se pueden determinar a priori y generan un límite en la precisión de todos los codificadores comerciales. Mediante un procedimiento de calibración a través de una comparación con un instrumento mejor, es posible medir los errores, y en consecuencia corregirlos. En la práctica, es muy difícil realizar mediciones de precisión con un codificador clásico, si éste no está calibrado. Los procesos de producción de alta calidad permiten realizar codificadores con incertidumbres nominales iguales a unos pocos segundos (o milésimas de grado, o millonésimas de revoluciones), incluso si, para garantizar tal nivel de precisión, una calibración es inevitable.

Una tecnología completamente diferente se ocupa de los dispositivos llamados "solucionadores" o "sincronizadores". También estos dispositivos se componen de un estator y un rotor, fijado respectivamente a dos partes de una máquina. El rotor está equipado generalmente con un bobinado eléctrico excitado por una corriente alterna (AC) que genera un campo magnético alterno. Tal campo magnético se detecta por uno o más sensores que se colocan en el estator y las señales que se generan aquí se envían a la electrónica de medición. En dependencia de la orientación en relación con los bobinados del rotor y el estator, la fase entre la excitación de corriente AC y el voltaje del sensor AC, cambia linealmente con el ángulo. En general, los dos bobinados del estator generan una señal seno y una señal coseno que puede fácilmente usarse para medir el ángulo de fase eléctrica. En el caso más simple, el rotor tiene un único polo (Norte - Sur) y el ángulo de fase eléctrica corresponde a la fase mecánica. De manera similar a lo que se describe en los codificadores ópticos, cuando se requieren mejores resoluciones, se usa un rotor de múltiples polos. En este caso, una revolución completa de la fase eléctrica corresponde a una rotación mecánica igual a $360^\circ / N$ donde N es el número de polos. Los resolvidores son adecuados para su uso en ambientes hostiles (altas temperaturas, polvo, humedad, etc.) donde un codificador óptico puede dañarse, por ejemplo en aplicaciones militares o aeroespaciales.

Los codificadores que se describieron anteriormente (incluyendo resolvidores de múltiples polos) se llaman codificadores incrementales ya que la señal que generan es cíclica y se repite la misma N veces dentro de una revolución. Como consecuencia, la señal sólo proporciona información sobre la cantidad de rotación y no la posición absoluta del codificador. En algunos casos, es importante conocer la posición absoluta del codificador con respecto a un determinado sistema de referencia y en tal caso dos métodos se usan comúnmente. El más simple de estos métodos prevé la adición de un signo de referencia (que es leído por un sistema independiente de sensores) en el disco en el que

5 los signos residen a la misma distancia, donde tal signo de referencia genera una única señal por cada revolución: este método tiene la desventaja de que al encenderse, la posición absoluta del codificador es desconocida hasta el signo de referencia se encuentra por primera vez, y esto hace que un procedimiento de inicialización sea necesario. Un segundo método sin embargo proporciona el uso de un disco más complejo en el que se imprimen diferentes secuencias de signos. Cada secuencia de señales es leída por un detector para de generar una serie de señales digitales que componen una "palabra" digital. Con una elección adecuada de la posición de los signos, cada palabra digital define unívocamente la posición absoluta del codificador. Estos codificadores se llaman codificadores "absolutos".

10 En general, los codificadores de la técnica anterior tienen las siguientes características:
 -proporcionan como salida una única señal (además de una señal en cuadratura) proporcional a la posición relativa entre los signos de referencia y el detector;
 -la señal que se proporciona es del tipo estático de (DC);
 -el sistema electrónico de medición es un simple contador de las señales que se incluyen en el disco;
 y sufren los siguientes inconvenientes:
 15 -el error cíclico debido a una división no uniforme o una excentricidad de disco no se puede detectar sin calibración;
 -el error cíclico debido a la división del pulso no se puede detectar sin calibración.

20 Las solicitud de patente italiana n. CA2009A000002 y la patente GB 1 453 728 A describen un dispositivo para medidas angulares de acuerdo con la solicitud de patente italiana n. CA2009A000002 y la patente GB-A-1 453 728 dan a conocer un dispositivo para medidas angulares de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

25 El objetivo de la presente invención es resolver los problemas de la técnica anterior al proporcionar un dispositivo para medidas angulares que se equipa con el miembro giratorio que permite reducir los errores cíclicos en las medidas realizadas.

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un dispositivo para medidas angulares que equipa un elemento rotativo que proporciona al menos dos señales como salida.

30 Además, un objetivo de la presente invención es proporcionar un dispositivo para medidas angulares que se equipa con un miembro giratorio en el que la señal que se proporciona es de un tipo dinámico de (AC).

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un dispositivo para medidas angulares que se equipa con un miembro giratorio en la que el sistema electrónico de medición que se obtiene es un medidor de fase (o contador de tiempo).

35 Además, un objetivo de la presente invención es proporcionar un dispositivo para medidas angulares que equipa un miembro giratorio que no requiere calibración, ya que el error cíclico debido a una división no uniforme o a una excentricidad del miembro giratorio se pone a cero en cada revolución completa del propio elemento, y el error cíclico debido a la división del pulso se elimina virtualmente mediante el uso de medidas de intervalo de tiempo por la autocorrelación.

40 Los anteriores y otros objetivos y ventajas de la invención, como se verá a partir de la siguiente descripción, se obtienen con un dispositivo para medidas angulares que equipa un elemento giratorio según se reivindica en la reivindicación 1. Las modalidades preferidas y las variaciones no triviales de la presente invención son la materia sujeto de las reivindicaciones dependientes.

50 Resultará inmediatamente obvio que numerosas variaciones y modificaciones (por ejemplo relacionadas con la forma, tamaños, disposiciones y partes con funcionalidad equivalente) se pueden hacer a lo que se describe, sin apartarse del alcance de la invención según aparece en las reivindicaciones adjuntas.

La presente invención se describirá mejor mediante algunas modalidades preferidas de la misma, proporcionadas como un ejemplo no limitante, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

55 La Figura 1 muestra una vista lateral esquemática de una modalidad preferida del dispositivo de acuerdo con la presente invención;

La Figura 2 muestra una vista lateral esquemática de otra modalidad preferida del dispositivo de acuerdo con la presente invención;

La Figura 3 muestra un diagrama relacionado con el funcionamiento del dispositivo de acuerdo con la presente invención; y

60 La Figura 4 muestra un esbozo de una modalidad preferida de un componente del dispositivo de acuerdo con la presente invención.

65 Con referencia a la Figura 1, es posible observar que el dispositivo para medidas angulares 1 de acuerdo con la presente invención se compone de una primera parte 3 y una segunda parte 5, cada una de estas partes 3, 5 que son capaces de girar relativamente con respecto a la otra parte alrededor de un eje de rotación R-R, entre dichas partes 3, 5 al menos un elemento giratorio 7 que se interpone, se coloca en una rotación continua alrededor de tal eje R-R a través de medios de accionamiento, cada una de estas partes 3, 5 se equipan con al menos un medio de detección respectivo

9, 10 y tal miembro giratorio 7 se equipa con referencias que se adaptan para detectarse de forma autónoma por cada uno de tales medios de detección 9, 10.

5 Obviamente, cada una de las partes 3, 5 se adapta para fijarse a un componente de movimiento que se relaciona con un aparato que necesita la medida del ángulo: por ejemplo, la primera parte 3 se fija al basamento de un robot y de la segunda parte 5 se fija al brazo del robot en sí cuya rotación debe medirse.

10 En particular, las referencias del miembro giratorio 7 se detectan de forma autónoma por cada uno de los medios de detección 9, 10 que, junto al paso de tales referencias, se adaptan para generar señales electrónicas respectivas s₉, S₁₀ se menciona a continuación: por lo tanto, a diferencia del codificador clásico en el que los medios de detección individuales proporcionan sólo una señal proporcional a la posición relativa entre el detector y signos de referencia, en el dispositivo 1 según la presente invención, el miembro giratorio 7 gira, preferiblemente en una forma constante, alrededor de eje R-R de manera que cada uno de los medios de detección 9, 10 detecta de forma diferente y de manera autónoma el deslizamiento relativo de las señales y genera una señal alternativa diferente, cuya frecuencia es proporcional a la velocidad de rotación del miembro giratorio 7 y el número de signos impresos sobre el mismo. Las señales s₉, s₁₀, cada una de las cuales proviene de los medios de detección respectivos 9 o 10, se envían finalmente a los medios de control 11 que se adaptan para medir la fase (o el intervalo de tiempo) entre ellos.

20 Cuando las partes 3, 5 no se mueven una con respecto a la otra, las dos señales S₉, S₁₀ tienen la misma frecuencia $f_9 = f_{10} = f_7 * M$ (donde f_7 es la frecuencia de rotación del miembro giratorio 7 y M es el número de referencias presentes en dicho miembro). Los medios de control 11, por lo tanto miden una diferencia de fase constante entre las dos señales, que señala un ángulo constante entre las partes 3 y 5. Cuando en su lugar, por ejemplo, la primera parte 3 se hace girar (para facilidad, debe considerarse una velocidad constante), la velocidad del miembro giratorio 7 con respecto a los medios de detección 9 a los que se relaciona disminuye o se incrementa (para la primera parte 3 que gira respectivamente a lo largo de la misma dirección del miembro giratorio 7 o a lo largo de una dirección opuesta): los medios de detección 9 generan a continuación una señal s₉ con frecuencia $f_9 = (f_7 \pm f_3) * M$ (donde f_3 es la frecuencia de rotación de la primera parte 3). La fase entre s₉ y s₁₀ aumentará (o disminuirá) proporcionalmente a la rotación de la primera parte 3 con respecto a la segunda parte 5.

25 Es fácil observar que la variación de fase medida por los medios de control 11 es: $\Delta\phi = 2\pi * M * \alpha/2\pi$ donde α es el ángulo por el que la primera parte 3 se hace girar con respecto a la segunda parte 5 se expresa en radianes. Esto significa que, para una revolución completa de la primera parte 3 con respecto a su propio eje ($\alpha = 2\pi$), la variación de fase será $2\pi * M$, principalmente M revoluciones completas: en otras palabras, el vector de fase llevará a cabo un ciclo completo 2π para cada rotación de la primera parte 3 igual a $1/M$ de una revolución completa.

30 La fase que se mide por los medios de control 11 se divide finalmente por M y representará la rotación de la primera parte 3 que se expresa en radianes.

35 Simplemente como un ejemplo, el miembro giratorio 7 puede fabricarse como al menos un disco giratorio en el que se imprimen los signos de referencia, de manera similar a los que habitualmente se usan en los codificadores clásicos y los medios de detección 9 pueden ser sensores ópticos de la técnica anterior. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que en este caso la velocidad de rotación máxima se limita por la velocidad de rotación del disco 7: de hecho, como se indicó anteriormente, la frecuencia de la señal s₉ es $f_9 = (f_7 \pm f_3) * M$ (donde f_3 es la frecuencia de rotación de la primera parte 3), por lo tanto cuando la primera parte 3 gira a la misma velocidad del disco 7 y a lo largo de la misma dirección, la frecuencia de la señal s₉ se pone a cero. Esto significa que la velocidad de rotación del disco 7 limita la velocidad máxima del dispositivo 1, al menos a lo largo de una dirección. Sin embargo, debido al uso de modalidades más complejas, por ejemplo mediante el uso de más de un sensor óptico, de todas formas es posible superar este límite.

40 Obviamente, el elemento giratorio 7 y sus medios de detección relacionados 9, 10 pueden realizarse de acuerdo con cualquier otra tecnología que se conozca en la técnica. Por ejemplo, sin ser exhaustivo o limitante, es posible fabricar el elemento giratorio 7 y sus medios de detección relacionados 9, 10 a través de soluciones no ópticas (por ejemplo magnéticas, inductivas, capacitivas, etc.), y a través de soluciones ópticas: en particular, las soluciones ópticas proporcionan sistemas de tipo reflexión, en la que se explotan las diferencias de reflectividad del disco, dadas por las diferentes propiedades ópticas de los signos y el sustrato de disco, y sistemas de tipo transmisión en la que se explota una transmisividad del disco diferente, dada por las diferentes propiedades ópticas del sustrato y de los signos, éstas últimas son también rebajes del sustrato.

45 Mediante la adopción de soluciones magnéticas no ópticas para fabricar el dispositivo 1 según la presente invención, el miembro giratorio 7 es un disco o tambor, con propiedades magnéticas a lo largo de su circunferencia, en la que las referencias están representadas por los polos magnéticos alternos y los medios de detección 9, 10 son sensores magnéticos (por ejemplo, magnetorresistivos o sensores de efecto Hall) adecuados para detectar tales polos: tal modalidad del dispositivo 1 se adecua particularmente para utilizarse en entornos hostiles.

50 Mediante la adopción de soluciones ópticas, es posible proporcionar uno de los siguientes modos alternativos y no limitativos, para hacer que el dispositivo 1 según la presente invención:

- el miembro giratorio 7 es un disco de vidrio en los que las referencias son signos opacos impresos o que se realizan como emulsión fotográfica para usarse con los medios de detección 9, 10 tales como detectores de tipo transmisión; el miembro giratorio 7 es un disco de vidrio en el que las referencias son signos de metal (cromo, oro, etc.) para usarse con medios de detección 9, 10, tales como detectores tipo transmisión o del tipo reflexión;
- 5 -el miembro giratorio 7 es un disco metálico o tambor en el que las referencias son señales hechas de materiales con diferente reflectividad para utilizarse con medios de detección 9, 10, tales como detectores de tipo reflexión;
- el miembro giratorio 7 es un disco de plástico o metal en el que las referencias son aberturas que se usan con los medios de detección 9, 10 tales como detectores de tipo transmisión.
- 10 Los medios de detección 9, 10 que se fabrican como detectores de tipo transmisión o de tipo reflexión pueden hacer uso de la técnica denominada "Moiré", en la que una rejilla de transmisión se usa con una pendiente similar a la de los signos de disco, de modo que el detector "ve" muchas muestras simultáneamente, en consecuencia aumenta la relación señal/ruido y volviéndose cada vez menos sensible a las imperfecciones locales de la serie de signos.
- 15 Una técnica óptica más compleja proporciona para la realización del miembro giratorio 7 un disco óptico que explota la interferencia entre dos haces de láser difractados por las ranuras en el disco óptico, que aquí funcionan como una rejilla difracción.
- En cuanto al sistema para el análisis de las señales s_9 , s_{10} que adoptan los medios de control 11, se pueden adoptar técnicas que se conocen, que se utilizan para medir fase y tiempo (tiempo de retardo) entre dos señales eléctricas similares. Por lo tanto, para cada par de señales s_9 , s_{10} que se obtienen con los medios de detección 9, 10 y el miembro giratorio 7 fabricado de acuerdo con una de las posibles variaciones que se describieron anteriormente, es posible medir el retardo de fase o de tiempo mediante el uso de los medios de control 11 que comprenden dispositivos electrónicos sustancialmente conocidos tales como, por ejemplo, medios para la medición de la fase, medios para medir el tiempo de
- 20 retardo, los medios de detección de autocorrelación, etc.
- Ventajosamente, también es posible fabricar un dispositivo 1 según la presente invención de un tipo absoluto; en tal caso, el miembro giratorio 7 es un disco en el que las referencias se representan por una pluralidad adecuada de los signos impresos en el disco y que se detectan por una pluralidad adecuada de medios de detección a través de los que es posible determinar, sin ambigüedades, la posición angular de los medios de detección con respecto al disco:
- 30 preferentemente, el miembro giratorio 7 es un disco como se muestra en particular en la figura 4, en la que las referencias se representan por doce series de señales codificadas con codificación "Gray". Un dispositivo 1 de acuerdo con la presente invención equipado con un disco de lectura similar por dos series similares de medios de detección es entonces capaz de proporcionar una información absoluta sobre el ángulo relativo entre la primera parte 3 y la segunda parte 5 aunque manteniendo las propiedades anteriores y su ventajas con respecto a los codificadores de la técnica anterior.
- 35 Con referencia a la Figura 2, se muestra esquemáticamente un prototipo del dispositivo 1 de acuerdo con la presente invención, tal prototipo se fabricó por el solicitante para realizar las pruebas experimentales a continuación.
- 40 En dicha modalidad prototipo, el miembro giratorio 7 es un disco de vidrio asociado a unos medios de detección 9, 10 de tipo reflexión/moiré. Las referencias se hacen como 5000 muestras negras impresas en una cara del disco en una emulsión fotosensible a través de un proceso fotográfico. El disco se hace girar a través de medios de accionamiento fabricados como un motor 14 del tipo "micro - paso", que realiza una revolución completa cada 250.000 pasos. El motor se controla con un generador de función que genera un reloj a 250 kHz de manera que gire casi constantemente a una velocidad angular de 1 revolución/segundo. La segunda parte 5 gira con respecto a la primera parte 3 mediante la interposición de al menos un rodamiento de bolas 13 coaxialmente con el eje de rotación R-R del disco 7. Los medios de detección 9, 10 son del tipo reflexión para explotar la mínima diferencia de reflectividad entre el vidrio (aproximadamente 4 %) y de los signos negros (casi 0 %). Las dos señales s_9 , s_{10} que se producen por sus medios de
- 45 detección respectivos 9, 10 con una frecuencia media de 5 kHz se amplifica y se envía y se analizan por los medios de control que comprenden al menos un convertidor 15 analógico/digital de 16-bit y un software adecuado 17 de la tipo "labview": en particular, dicho software, que se hizo para un interferómetro heterodino, lleva a cabo la medición de fase y convierte esta medida en una medida angular. La Figura 3 a continuación muestra un diagrama relacionado con el espectro de la densidad de ruido de la señal de fase que se expresa en arcosegundos/ $\sqrt{\text{Hz}}$ que se obtienen con la
- 50 modalidad prototipo que se describió anteriormente del dispositivo 1 de acuerdo con la presente invención, y mantiene la segunda parte 5 inmóvil con respecto a la primera parte 3. En un diagrama de este tipo, es posible observar un pico a 1 Hz y sus armónicos que representan oscilaciones en las medidas de fase que tienen la misma periodicidad de la rotación del disco debido a la distancia no uniforme entre los signos y/o el centrado imperfecto entre el eje de rotación del disco y el origen geométrico de los signos. Este error es del orden de décimas de segundo y de acuerdo con la calidad del dispositivo 1. Para frecuencias menores que 1 Hz, las fluctuaciones de fase son mucho menores, lo que demuestra el efecto de promedio ventajoso de los errores cíclicos que caracterizan al dispositivo 1 de acuerdo con la presente invención. El último ruido (menor de 0,1 arcosegundos/ $\sqrt{\text{Hz}}$) cumple con la relación señal/ruido de las dos
- 55 señales s_9 , s_{10} y con la resolución del convertidor analógico/digital. Tal alta resolución que muestra el dispositivo 1 según la presente invención se puede detectar únicamente con codificadores de alta precisión muy costosos. Para frecuencias menores que 0,1 Hz, el ruido aumenta debido a los movimientos térmicos a largo plazo de la estructura mecánica del dispositivo 1.
- 60
- 65

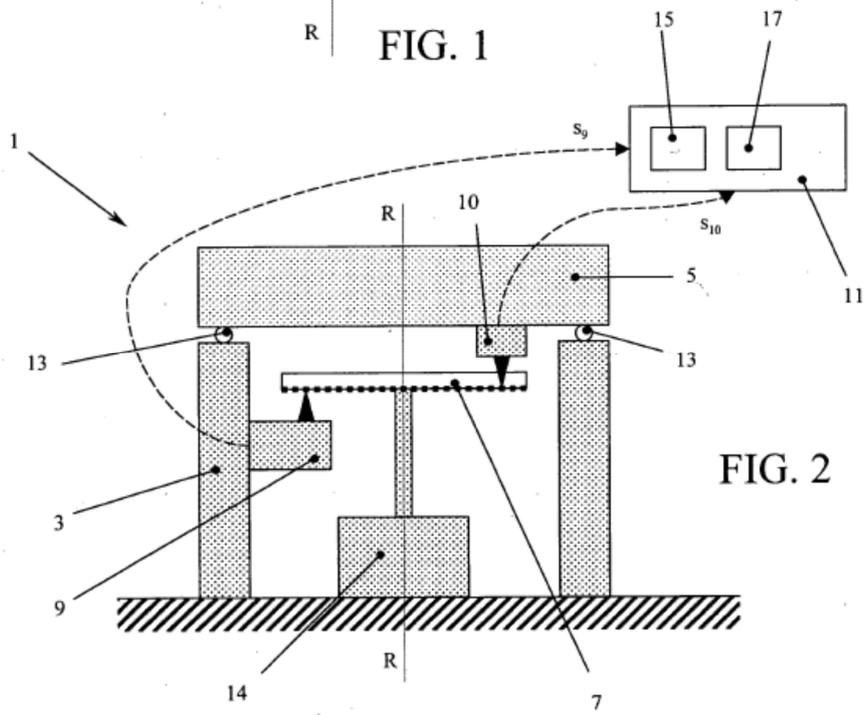
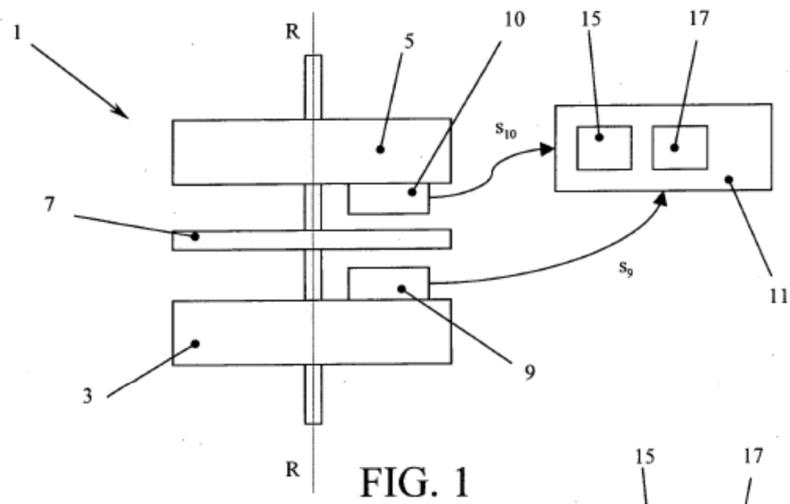
De lo que se describió anteriormente, queda claro que el dispositivo 1 según la presente invención permite reducir ventajosamente y en gran medida los errores cíclicos: de hecho, a partir de considerar errores debidos a una separación no uniforme de las referencias o a una falta de coincidencia entre el centro de las referencias y el eje de rotación R-R del miembro giratorio 7 (excentricidad), se puede observar que, cuando el miembro giratorio 7, fabricado por ejemplo como un disco, gira, ambos errores tienen el efecto de inducir una modulación aparente de la velocidad del disco, es decir, la frecuencia de las señales aumenta y disminuye durante la revolución completa del disco, lo que genera una oscilación de fase periódica (la cantidad de este error es lo que, en un codificador de la técnica anterior, no se puede eliminar sin un procedimiento de calibración). Debido a las propiedades conocidas de un círculo, es fácil apreciar que el error promedio en un ciclo completo es cero, y por lo tanto la medida de fase, que promedia un ciclo completo de rotación del disco, está libre de errores. En otras palabras, si la medida instantánea de la fase puede afectarse por errores cíclicos, la medida de fase (y por consiguiente también la medida angular), que se obtiene cada período $T_7 = 1/f_D$, no se afecta por los errores cíclicos. Como consecuencia directa, el dispositivo 1 según la presente invención permite, con respecto a los codificadores de la técnica anterior, obtener rendimientos altamente mejores con la misma precisión de construcción, o la liberación de los requisitos de producción para obtener la misma precisión de medición.

En cuanto al error debido a la división de las señales elementales en partes más pequeñas, esto puede eliminarse mediante la explotación de la naturaleza dinámica de las dos señales s_9, s_{10} . De hecho, si se supone que la rotación del disco es constante, el tiempo de retardo entre las dos señales s_9, s_{10} se puede medir, y la "longitud" de un solo intervalo puede dividirse en partes pequeñas, limitados a la resolución de los medios de control 11. Con el fin de comprender mejor este principio, el caso límite en el que hay una única señal de referencia en un disco debe ser asumida: los dos medios de detección 9, 10 sólo generarán una señal por cada revolución completa del disco. Si además se asume que las señales s_9, s_{10} son ondas cuadradas libres de ruido y que el disco gira a una velocidad constante, mediante la medición del intervalo de tiempo Δt entre las dos señales, se obtendrá el ángulo $\alpha = 2\pi * \Delta t/t_7$ incluido entre la primera parte 3 y la segunda parte 5. En el caso de $M \gg 1$, esta técnica permite la obtención de una división (sin errores cíclicos) de los pasos elementales ($2\pi/M$) en partes más pequeñas para incrementar su resolución.

Reivindicaciones

- 5 1. Dispositivo (1) para las medidas angulares compuesto por una primera parte (3) y una segunda parte (5), cada una de dichas partes (3, 5) es capaz de girar relativamente, una con respecto a la otra, alrededor de un eje de rotación (R-R), entre dichas partes (3, 5) está interpuesto al menos un elemento giratorio (7), que se hace girar continuamente alrededor de dicho eje (R-R) a través de medios de accionamiento (14), cada una de dichas partes (3, 5) se equipa con al menos unos medios de detección respectivos (9, 10) y dicho elemento (7) se equipa con referencias adaptadas para detectarse de forma autónoma por cada uno de dichos medios de detección (9, 10), caracterizado porque dicho elemento rotativo (7) es un disco en el que dichas referencias son una pluralidad de señales detectadas por una pluralidad de dichos medios de detección (9, 10) montados sobre dicha primera parte (3) y/o en dicha segunda parte (5) para determinar una posición angular absoluta de la pluralidad respectiva de dichos medios de detección (9, 10) con respecto a dicho disco (7).
- 15 2. El dispositivo (1) para medidas angulares de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque cada uno de dichos medios de detección (9, 10), junto a un paso de dichas referencias, se adapta para generar señales electrónicas respectivas (s_9 , s_{10}).
- 20 3. El dispositivo (1) para medidas angulares de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque comprende medios de control (11) que se adaptan para medir una fase o un intervalo de tiempo entre dichas señales (s_9 , s_{10}), cada una de dichas señales (s_9 , s_{10}) proviene respectivamente de uno de dichos medios de detección (9, 10).
- 25 4. El dispositivo (1) para medidas angulares de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado porque dichos medios de control (11) comprenden medios para medir una fase y/o medios para medir un retardo de tiempo y/o medios de detección de autocorrelación.
- 30 5. El dispositivo (1) para medidas angulares de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado porque dichos medios de control (11) comprenden al menos un convertidor analógico/digital de 16 bits (15) y un software (17) del tipo "labview", principalmente un software (15) que se hace para un interferómetro heterodino, y se adapta para realizar una medición de fase y convertir esta medida en una medida angular.
- 35 6. El dispositivo (1) para medidas angulares según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho elemento giratorio (7) es al menos un disco giratorio en el que dichas referencias se imprimen como señales y cada uno de dichos medios de detección (9) es al menos un sensor óptico.
- 40 7. El dispositivo (1) para medidas angulares de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque dicho elemento rotativo (7) es al menos un disco o tambor con propiedades magnéticas a lo largo de una circunferencia del mismo, dichas referencias son polos magnéticos alternos y dichos medios de detección (9, 10) son sensores magnéticos que se adaptan para detectar dichos polos.
- 45 8. El dispositivo (1) para medidas angulares de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque dicho elemento rotativo (7) es un disco de vidrio, dichas referencias son signos opacos que se imprimen o fabrican como una emulsión fotográfica y dichos medios de detección (9, 10) son detectores de tipo transmisión.
- 50 9. El dispositivo (1) para medidas angulares de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque dicho elemento giratorio (7) es un disco de vidrio, dichas referencias son signos metálicos y dichos medios de detección (9, 10) son detectores de tipo reflexión o de tipo transmisión.
- 55 10. El dispositivo (1) para medidas angulares de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque dicho elemento rotativo (7) es un disco metálico o tambor, dichas referencias son señales hechas de materiales con diferente reflectividad y dichos medios de detección (9, 10) son detectores del tipo reflexión.
- 60 11. El dispositivo (1) para medidas angulares de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque dicho elemento giratorio (7) es un disco de plástico o metal, dichas referencias son aberturas y dichos medios de detección (9, 10) son detectores de tipo transmisión.
- 65 12. El dispositivo (1) para medidas angulares de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, caracterizado porque dichos medios de detección (9, 10) se adaptan para usar una técnica de "Moiré", es decir, una técnica en la que una rejilla de transmisión se usa con una pendiente similar a las de los signos del disco, de modo que el detector "ve" varias señales simultáneamente.
13. El dispositivo (1) para medidas angulares de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque dicho elemento giratorio (7) es un disco óptico que explota la interferencia entre dos haces de láser que se difractan por las ranuras en dicho disco óptico que funciona como rejilla de difracción.

14. El dispositivo (1) para medidas angulares de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque dicha pluralidad de señales comprende doce series de señales codificadas con codificación "Gray".



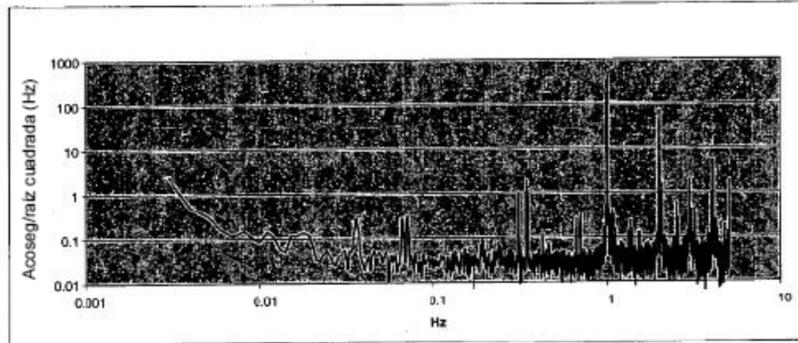


FIG. 3

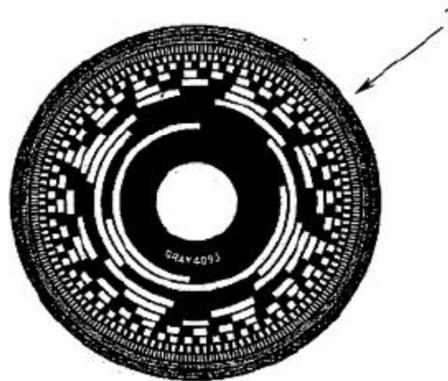


FIG. 4