(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 431 952**

(51) Int. CI.:

G01D 5/34 (2006.01)
G02B 5/30 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.11.2008 E 08019864 (1)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2013 EP 2187178**

(54) Título: **Procedimiento y dispositivo para medir el ángulo de giro de un objeto rotatorio**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.11.2013

(73) Titular/es:

SICK STEGMANN GMBH (100.0%)
DÜRRHEIMER STRASSE 36
78166 DONAUESCHINGEN, DE

(72) Inventor/es:

SIRAKY, JOSEF y
JOHNSON, MARK

(74) Agente/Representante:

TORNER LASALLE, Elisabet

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

Procedimiento y dispositivo para medir el ángulo de giro de un objeto rotatorio.

La invención se refiere a un procedimiento y un dispositivo para medir el ángulo de giro entre dos objetos que rotan entre sí de manera relativa.

Para muchas aplicaciones es necesario medir el ángulo de giro de un objeto rotatorio. A este respecto, en general, se mide el ángulo de giro del objeto rotatorio con respecto a un objeto fijo, por ejemplo el ángulo de giro de un árbol rotatorio con respecto a una parte de motor o máquina fija. Sin embargo, la invención también comprende casos en los que un objeto rotatorio gira con respecto a un segundo objeto rotatorio y debe medirse el ángulo de giro relativo entre los dos objetos. La medición del ángulo de giro comprende según la invención también la medición de dimensiones derivadas del ángulo de giro, como por ejemplo la velocidad angular y la aceleración angular. Además, la medición del ángulo de giro según la invención también comprende los casos en los que un movimiento lineal, por ejemplo a través de un mecanismo de transmisión, se convierte en un movimiento de rotación y a través del ángulo de giro del movimiento de rotación se miden la posición, la velocidad, la aceleración, etc. del movimiento lineal.

Para medir el ángulo de giro se conoce explorar una medida materializada asociada al movimiento de giro, pudiendo esta medida materializada estar absolutamente codificada o explorándose de manera incremental. En particular también se conoce aprovechar la polarización de la luz para la medición del ángulo de giro. A este respecto un emisor, por medio de un polarizador emite luz polarizada de manera lineal, que a través de un analizador que gira de manera correspondiente al objeto rotatorio llega a un receptor. En caso de que el analizador con su plano de polarización esté en paralelo al polarizador, entonces la luz llega al receptor, mientras que no llega luz al receptor, cuando el plano de polarización del analizador está en perpendicular al plano de polarización de la luz emitida. Por tanto, el receptor proporciona una señal dependiente del ángulo de giro del analizador y así del ángulo de giro del objeto rotatorio.

En el caso de una disposición conocida por el documento DE 10 2005 031 966 A1 un emisor emite luz no polarizada, que incide sobre un filtro de polarización (filtro polarizador) que gira con el objeto rotatorio. La luz que pasa a través del filtro polarizador se polariza de este modo, girando su plano de polarización con el filtro polarizador. La luz incide sobre un receptor, en cuyo lado de entrada de luz están dispuestos cuatro filtros polarizadores en una disposición, cuyos planos de polarización están girados en cada caso 45º uno respecto a otro. En cada caso tras el giro del filtro polarizador rotatorio de 45º su plano de polarización coincide con el plano de polarización de un filtro polarizador del receptor, de modo que se obtiene un máximo de la intensidad de luz recibida y por tanto un máximo de la señal de receptor.

En el caso de una disposición conocida por el documento DE 201 02 192 U1 un emisor emite luz polarizada de manera lineal, que incide sobre un filtro polarizador que rota con el objeto rotatorio con un reflector dispuesto por detrás. Dos receptores con filtros polarizadores girados 90º uno respecto a otro reciben la luz reflejada, generando las señales de los dos receptores una señal dependiente del ángulo de giro del objeto.

La invención se basa en el objetivo de poner a disposición un procedimiento y un dispositivo para medir el ángulo de giro entre dos objetos que rotan entre sí de manera relativa con aprovechamiento de la polarización de la luz, que posibiliten una evaluación de señal mejorada.

Este objetivo se soluciona según la invención mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1 o mediante un dispositivo con las características de la reivindicación 4.

Realizaciones ventajosas de la invención se indican en las reivindicaciones dependientes en cada caso.

Según la invención, el emisor emite cuatro rayos de luz polarizados de manera lineal, cuyos planos de polarización están girados en cada caso 45º uno respecto a otro. Cuando el analizador y el emisor giran de manera correspondiente al giro del objeto rotatorio que va a medirse uno respecto a otro, de este modo los planos de polarización de los rayos de luz polarizados del emisor coinciden sucesivamente con el plano de polarización del analizador, de modo que se obtiene una intensidad dependiente del ángulo de giro de la luz que incide sobre el receptor. Además, ahora, todavía se modulan las intensidades de los rayos de luz irradiados por el emisor, modulándose los rayos de luz emitidos por el emisor con respecto a su intensidad con un desplazamiento de fase de 90º uno respecto a otro. La intensidad de luz que incide sobre el receptor y de este modo la señal de receptor se ven influidas además de por la dependencia del ángulo de giro también por la modulación de intensidad de los rayos de luz. Por tanto, la señal del receptor, que corresponde a la intensidad de luz que incide sobre el receptor depende de la frecuencia de modulación de los rayos de luz emitidos por el emisor y del ángulo de giro que va a medirse. En particular se obtiene una señal del receptor, que contiene la frecuencia de modulación de los rayos de luz irradiados por el emisor y tiene un desplazamiento de fase de manera correspondiente al ángulo de giro que va a medirse.

Para la evaluación de las señales del receptor pueden elegirse funciones trigonométricas sencillas para la modulación de la intensidad de los rayos de luz irradiados y del mismo modo los planos de polarización de los rayos de luz irradiados están dispuestos uno respecto a otro con relaciones trigonométricas sencillas.

Con vistas a la implementación y con vistas a la evaluación ventajosa de las señales se emiten cuatro rayos de luz polarizados de manera lineal por el emisor, cuya intensidad se modula en cada caso preferiblemente de manera sinusoidal, ascendiendo el desplazamiento de fase entre las modulaciones de los rayos de luz individuales en cada caso a 90º. Los planos de polarización de estos rayos de luz están girados a este respecto en cada caso 45º uno respecto a otro.

En principio la solución según la invención puede realizarse de manera que el emisor gira en función del objeto rotatorio y el analizador está quieto o que el emisor está quieto, mientras que el analizador gira en función del objeto rotatorio.

Cuando el emisor gira en función del objeto rotatorio, debe preverse una alimentación de energía adecuada para el emisor rotatorio. La disposición estacionaria del analizador permite una disposición estacionaria sencilla del receptor detrás del filtro polarizador del analizador. En la realización más sencilla el filtro polarizador puede disponerse directamente sobre la superficie del receptor.

En caso de que el emisor se disponga de manera estacionaria, la alimentación de energía hacia el emisor es más sencilla. El analizador gira a este respecto de manera correspondiente al giro del objeto rotatorio. En el caso de un receptor que gira con el analizador se producen dificultades con la transmisión de las señales de receptor analógicas. Por tanto, se prefiere una realización, en la que sólo gira el analizador y la luz que pasa a través del analizador se desvía hacia un receptor dispuesto de manera fija.

A continuación se explica la invención en más detalle mediante los ejemplos de realización representados en el dibujo. Muestran:

la figura 1 en una representación en perspectiva esquemáticamente una primera realización del dispositivo,

la figura 2 en un diagrama la dependencia de la intensidad de luz recibida por el receptor de la frecuencia de modulación y el ángulo de giro,

la figura 3 en un diagrama la relación entre el ángulo de giro y el desplazamiento de fase de la señal de receptor,

la figura 4 en un corte axial esquemático el dispositivo de la figura 1,

la figura 5 en un corte axial esquemático correspondiente una segunda realización,

la figura 6 en un corte axial esquemático correspondiente una tercera realización y

la figura 7 en un corte axial esquemático correspondiente una cuarta realización.

El principio básico de la invención se explica mediante la figura 1 en una realización, en la que un emisor emite cuatro rayos de luz polarizados de manera lineal, cuyos planos de polarización están girados en cada caso 45º uno respecto a otro.

En la realización de la figura 1, que también se muestra esquemáticamente en la figura 4, se mide el ángulo de giro, o una dimensión dependiente del ángulo de giro, de un objeto 10 rotatorio, por ejemplo un árbol que gira con respecto a un sistema de referencia, por ejemplo una carcasa de motor.

Un emisor 12 dispuesto de manera fija emite al menos dos, en el presente ejemplo de realización cuatro rayos de luz a, b, c y d polarizados de manera lineal. Los rayos de luz a, b, c y d discurren esencialmente de manera paralela al eje con respecto a un eje central y en cada caso están dispuestos con una distancia angular mutua de 90º alrededor de este eje central. Para la generación de los rayos de luz a, b, c, d sirven en cada caso fuentes 12.1, 12.2, 12.3, 12.4 de luz, que preferiblemente presentan lentes colimadoras. Los rayos de luz a, b, c, d pasan a través de un polarizador 14 dispuesto de manera fija delante del emisor 12, que está compuesto por cuatro filtros (filtros polarizadores) 14.1, 14.2, 14.3, 14.4 de polarización. Los filtros polarizadores están dispuestos en una disposición en cuatro cuadrantes alrededor del eje central, que con respecto a su posición angular corresponden a las fuentes 12.1, 12.2, 12.3 y 12.4 de luz. Los planos de polarización de los filtros 14.1, 14.2., 14.3, 14.4 polarizadores están girados 45º uno respecto a otro en cada caso de manera consecutiva. De manera correspondiente los rayos de luz a, b, c, d se polarizan tras el paso a través del polarizador 14 de manera lineal, estando girados sus planos de polarización en cada caso de manera consecutiva 45º uno respecto a otro.

El eje central del emisor 12 está orientado alineado esencialmente de manera axial con el eje de rotación del objeto 10 rotatorio. De manera céntrica con respecto al eje de rotación del objeto 10 rotatorio, por ejemplo con respecto al eje del árbol, en la zona de incidencia de los rayos de luz a, b, c, d está dispuesto un analizador, que gira con el objeto 10. El analizador está compuesto en el ejemplo de realización de las figuras 1 y 4 por un filtro 16 polarizador por ejemplo por una lámina de polarización, que está colocada de manera fija sobre el objeto 10 rotatorio. La luz que pasa a través del filtro 16 polarizador llega a un receptor 18, que mide la intensidad de la luz que pasa a través del filtro 16 polarizador y la convierte en una señal eléctrica correspondiente. El receptor 18 presenta preferiblemente un fotodiodo.

El receptor 18 puede estar dispuesto en la dirección axial detrás del filtro 16 polarizador. En caso de que el objeto 10 rotatorio sea tubular, el receptor 18 puede estar dispuesto coaxialmente de manera fija en el objeto rotatorio. En caso de que el receptor 18 gire con el objeto 10 y el filtro 16 polarizador, entonces las señales de receptor tienen que desacoplarse de manera inductiva o capacitiva.

Sin embargo, en el ejemplo de realización de las figuras 1 y 4 entre el filtro 16 polarizador y el objeto rotatorio está dispuesto un difusor 20, que por ejemplo está compuesto de vidrio o un plástico. Tal como es visible por las figuras 1 y 4, el difusor 20 está colocado, por ejemplo pegado, preferiblemente sobre la superficie frontal axial del objeto 10 rotatorio, mientras que a su vez el filtro 16 polarizador está colocado, por ejemplo pegado como lámina, sobre la superficie frontal dirigida hacia el emisor 12, del difusor 20. La luz que pasa a través del filtro 16 polarizador se difunde de manera difusa en el difusor 20, de modo que sale luz difusa radialmente desde el difusor 20 y llega al receptor 18, que está dispuesto lateralmente fuera del difusor 20. Como el filtro 16 polarizador y el difusor 20 están dispuestos con simetría de rotación con respecto al eje de giro del objeto 10, la intensidad de la luz difusa que sale radialmente desde el difusor 20 es independiente del ángulo de giro, de modo que el receptor 18 puede disponerse de manera estacionaria.

La ventaja de la disposición en la realización de las figuras 1 y 4 consiste en particular en que las fuentes de luz del emisor 12 y del receptor 18 están dispuestas de manera estacionaria y de este modo pueden conectarse eléctricamente de manera estacionaria. No es necesaria una conexión eléctrica de las partes rotatorias. Además el emisor 12 con el polarizador 14 así como el filtro 16 polarizador con el difusor 20 pueden realizarse de manera céntrica y con mediciones radiales pequeñas, de modo que es posible una miniaturización del dispositivo. No es necesaria una orientación alineada axialmente de manera exacta del emisor 12 y el filtro 16 polarizador, de modo que estos elementos pueden montarse independientemente uno de otro y sin gran esfuerzo de ajuste.

Para medir el ángulo de giro del objeto 10 rotatorio se modulan las fuentes 12.1, 12.2, 12.3 y 12.4 de luz del emisor 12 con respecto a su potencia de emisión de manera sinusoidal, de modo que también la intensidad de los rayos de luz a, b, c, d se modula de manera sinusoidal. La modulación se produce a este respecto de manera que el recorrido de la intensidad en el tiempo de los rayos de luz a, b, c, d tiene un desplazamiento de fase de 90º en cada caso con respecto al rayo de luz anterior en cada caso. En caso de que la amplitud de intensidad de los rayos de luz se designe con U_0 y la frecuencia de modulación se designe con ω_0, entonces para los rayos de luz se obtienen las siguientes funciones de intensidad:

$$(1) \quad a = U_0 (1 + \operatorname{sen}\omega_0 t)$$

$$b = U_0 (1 + \cos\omega_0 t)$$

$$c = U_0 (1 - \operatorname{sen}\omega_0 t)$$

$$d = U_0 (1 - \cos\omega_0 t)$$

Los rayos de luz a, b, c, d girados uno respecto a otro en cada caso en la polarización lineal pasan a través del filtro 16 polarizador del analizador sin atenuación, cuando el plano de polarización del filtro 16 polarizador rotatorio coincide con el plano de polarización del respectivo rayo de luz. En caso de que el plano de polarización del filtro 16 polarizador esté perpendicular al plano de polarización de los rayos de luz, entonces no se permite su paso respectivamente. En función del ángulo de giro φ del filtro 16 polarizador se obtienen las intensidades de los rayos de luz a, b, c, d individuales detrás del filtro 16 polarizador como

$$(2)\quad a(\varphi) = U_0\,(1 + \operatorname{sen}\omega_0 t)\,(1 + \operatorname{sen}\varphi)$$

$$b(\varphi) = U_0\,(1 + \cos\omega_0 t)\,(1 + \cos\varphi)$$

$$c(\varphi) = U_0\,(1 - \operatorname{sen}\omega_0 t)\,(1 - \operatorname{sen}\varphi)$$

$$d(\varphi) = U_0\,(1 - \cos\omega_0 t)\,(1 - \cos\varphi)$$

Como los planos de polarización del filtro polarizador y de los rayos de luz coinciden en cada caso tras un giro del filtro polarizador de 180º, para el ángulo de giro θ del objeto 10 rotatorio se aplica por consiguiente θ=2 φ.

La cantidad total X de la luz que deja pasar el filtro 16 polarizador y difundida en el difusor 20 se obtiene a partir de la suma de las intensidades que pasan con este ángulo de giro φ de todos los rayos a, b, c, d y de este modo como

$$(3)\quad X = a(\varphi) + b(\varphi) + c(\varphi) + d(\varphi)$$

$$= U_0(1 + \operatorname{sen}\omega_0 t + \operatorname{sen}\varphi + \operatorname{sen}\omega_0 t \cdot \operatorname{sen}\varphi) +$$

$$U_0\,(1 + \cos\omega_0 t + \cos\varphi + \cos\omega_0 t \cdot \cos\varphi) +$$

$$U_0\,(1 - \operatorname{sen}\omega_0 t - \operatorname{sen}\varphi + \operatorname{sen}\omega_0 t \cdot \operatorname{sen}\varphi) +$$

$$U_0\,(1 - \cos\omega_0 t - \cos\varphi + \cos\omega_0 t \cdot \cos\varphi)$$

$$= U_0\,(4 + 2(\operatorname{sen}\omega_0 t \operatorname{sen}\varphi + \cos\omega_0 t \cdot \cos\varphi))$$

En caso de aplicar el teorema de conversión de trigonometría

$$(4)\quad \operatorname{sen}\alpha \cdot \operatorname{sen}\beta = \tfrac{1}{2}(\cos(\alpha-\beta) - \cos(\alpha+\beta))$$

$$\cos\alpha \cdot \cos\beta = \tfrac{1}{2}(\cos(\alpha-\beta) + \cos(\alpha+\beta))$$

entonces se obtiene para toda la intensidad de luz medida la fórmula

$$(5)\quad X = U_0\,(4 + \cos(\omega_0 t-\varphi) - \cos(\omega_0 t+\varphi) + \cos(\omega_0 t-\varphi) + \cos(\omega_0 t+\varphi))$$

$$X = U_0\,(4 + 2\cos(\omega_0 t-\varphi))$$

Por tanto, de manera correspondiente a la intensidad de luz recibida se obtiene una señal del receptor 18, que es sinusoidal, que contiene la frecuencia de modulación ω_0 de los rayos de luz a, b, c, d y que tiene un desplazamiento de fase de manera correspondiente al ángulo de giro φ del filtro 16 polarizador y de este modo del objeto 10 rotatorio. A este respecto la fase se desplaza por vuelta del objeto 10 o filtro 16 polarizador en cada caso un periodo. El desplazamiento de fase momentáneo actual de la señal de receptor representa por tanto una medida para el ángulo de giro actual en el instante respectivo. El número de periodos, que se desplaza la señal de receptor en la fase, corresponde al número de vuelta del objeto 10.

En caso de que, por ejemplo, se elija una frecuencia de modulación para los rayos de luz a, b, c, d de ω_0 = 1 MHz y el objeto 10, por ejemplo, un árbol de motor, gire con 6.000 revoluciones/minuto o 100 revoluciones/segundo, entonces se obtiene un desplazamiento de fase de 100 periodos por segundo y de este modo una señal de salida de receptor con una frecuencia de 999.900 Hz.

La figura 2 muestra de manera correspondiente y esquemática la dependencia de la frecuencia de la señal de receptor X medida del número de revoluciones del objeto 10.

La figura 3 muestra la relación entre el ángulo de giro φ del filtro 16 polarizador y del desplazamiento de fase de la señal de receptor por una vuelta del objeto 10 rotatorio.

La realización mostrada en la figura 1 con cuatro rayos de luz, que están modulados de manera desplazada y sinusoidal con respecto a la fase 90º uno respecto a otro y cuya polarización lineal está girada en cada caso 45º, posibilita una evaluación de señal especialmente sencilla como muestra la derivación trigonométrica anterior. Sin embargo, queda claro para el experto que la invención también puede realizarse con otra cantidad de rayos de luz,

con otra modulación y con otro desplazamiento de fase de la modulación y también con una polarización lineal de los rayos de luz desplazada con otros ángulos. Sin embargo, por regla general, esto está relacionado con algoritmos de evaluación más complejos. Sin embargo, se obtienen soluciones sencillas también en el caso de dos rayos de luz. La misma evaluación sencilla descrita anteriormente también se obtiene cuando el número de rayos de luz asciende a un múltiplo de cuatro. Entonces se obtiene una cantidad correspondiente de periodos de desplazamiento de fase por vuelta del objeto rotatorio.

En la figura 4 se muestra de nuevo en un corte axial esquemático el dispositivo de la figura 1. A este respecto, el emisor 12, el polarizador 14 y los rayos de luz sólo se muestran esquemáticamente, sin mostrar la división en cuatro fuentes de luz, cuatro campos de polarizador y cuatro rayos de luz. La figura 4 muestra la construcción compacta del dispositivo, que posibilita dimensiones mínimas. En particular el filtro 16 polarizador y el difusor 20 pueden disponerse sobre la superficie frontal axial del árbol 22 de un motor 24. Además, la figura 4 muestra que también varios receptores 18, por ejemplo, fotodiodos pueden estar dispuestos alrededor del difusor 20, para obtener un mejor rendimiento luminoso y de este modo obtener una mejor señal de recepción.

La figura 5 muestra una segunda realización. En esta realización el emisor 12 y el polarizador 14 están colocados de manera fija en el objeto rotatorio, por ejemplo el árbol 22 del motor 24 y rotan con el árbol 22. El analizador está dispuesto correspondientemente de manera estacionaria. El analizador formado por ejemplo a través de un filtro 16 polarizador puede estar colocado directamente sobre el receptor 18 dispuesto de manera estacionaria. Como en este caso las fuentes de luz y su circuito de modulación rotan con el árbol 22, es necesaria una alimentación de energía capacitiva o inductiva al circuito rotatorio.

La figura 6 muestra una tercera realización, que representa una modificación de la realización de las figuras 1 y 4. Para desviar la luz que pasa a través del filtro 16 polarizador del analizador radialmente hacia fuera hacia el receptor 18 o los receptores 18, detrás del filtro 16 polarizador de manera coaxial está dispuesto un espejo 26 cónico. El espejo 26 puede estar colado por ejemplo en un cilindro 28 transparente coaxial al objeto 10 rotatorio, sobre cuya superficie frontal está colocado el filtro 16 polarizador. De este modo se obtiene un mejor rendimiento de luz que en el caso de la difusión difusa a través del difusor 20. El espejo 26 cónico aumenta sin embargo la longitud constructiva axial con respecto al difusor 20.

La figura 7 muestra una cuarta realización, que representa una modificación de la realización de la figura 6. Detrás del filtro 16 polarizador está dispuesto un espejo 30 paralelo al mismo. La luz que pasa a través del filtro 16 polarizador se refleja de vuelta a través de este espejo 30 y llega al receptor 18, que en este caso está dispuesto al lado del emisor 12.

Para el experto queda claro directamente que como analizador no sólo puede utilizarse un filtro de polarización sino también otro dispositivo sensible a la polarización que deja pasar o refleja la luz polarizada en función del ángulo de giro.

Lista de símbolos de referencia

10 objeto rotatorio

12 emisor

14 polarizador

16 filtro polarizador

18 receptor

20 difusor

22 árbol

24 motor

26 espejo

28 cilindro

a rayo de luz

b rayo de luz

c rayo de luz

d rayo de luz

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para medir el ángulo de giro entre dos objetos que rotan entre sí de manera relativa, emitiendo un emisor (12) asociado a un objeto (10) luz polarizada de manera lineal, incidiendo esta luz a través de un analizador sobre un receptor (18), girando el emisor (12) y el analizador en función del ángulo de giro entre sí de manera relativa, evaluándose la intensidad de luz medida por el receptor como señal dependiente del ángulo de giro,

emitiendo el emisor (12) cuatro rayos de luz (a, b, c, d) polarizados de manera lineal, que están dispuestos con una distancia angular mutua de 90º, estando girados los planos de polarización de los rayos de luz (a, b, c, d) en cada caso 45º uno respecto a otro, y presentando el emisor (12) cuatro fuentes de luz, que con respecto a su potencia de emisión se modulan de tal manera que la intensidad de estos rayos de luz (a, b, c, d) se modula de manera periódica con un desplazamiento de fase en cada caso de 90º uno respecto a otro.

2. Procedimiento según la reivindicación 1,

modulándose la intensidad de los rayos de luz (a, b, c, d) de manera sinusoidal.

3. Procedimiento según la reivindicación 1,

modulándose la intensidad de los rayos de luz (a, b, c, d) de manera rectangular.

4. Dispositivo para medir el ángulo de giro entre dos objetos que rotan entre sí de manera relativa, con un emisor (12) asociado a un objeto, que emite luz polarizada de manera lineal, con un analizador sensible a la polarización, girando el emisor y el analizador en función del ángulo de giro entre sí de manera relativa, y con un receptor (18), que mide la intensidad de luz que pasa a través del analizador, para generar una señal dependiente del ángulo de giro,

en el que el emisor (12) presenta cuatro fuentes (12.1, 12.2, 12.3, 12.4) de luz dispuestas con una misma distancia angular alrededor del eje de giro, que emiten rayos de luz (a, b, c, d) polarizados de manera lineal, en el que los planos de polarización de estos rayos de luz (a, b, c, d) están girados en cada caso 45º uno respecto a otro y en el que las fuentes de luz con respecto a su potencia de emisión se modulan de tal manera que la intensidad de estos rayos de luz (a, b, c, d) se modula de manera periódica con un desplazamiento de fase en cada caso de 90º uno respecto a otro.

5. Dispositivo según la reivindicación 4,

en el que el analizador presenta un filtro (16) de polarización.

6. Dispositivo según la reivindicación 4 ó 5,

en el que el emisor (12) está dispuesto fijado a las fuentes (12.1, 12.2, 12.3, 12.4) de luz y el analizador gira.

7. Dispositivo según la reivindicación 4 ó 5,

en el que el emisor (12) gira con las fuentes (12.1, 12.2, 12.3, 12.4) de luz y el analizador está dispuesto de manera fija.

8. Dispositivo según la reivindicación 6 ó 7,

en el que el receptor (18) está dispuesto en la dirección de radiación detrás del filtro (16) de polarización.

9. Dispositivo según la reivindicación 8,

en el que el receptor (18) está dispuesto de manera fija detrás del filtro (16) de polarización rotatorio.

10. Dispositivo según la reivindicación 8,

en el que el receptor (18) gira con el filtro (16) de polarización y las señales de receptor se desacoplan de manera inductiva o capacitiva.

11. Dispositivo según la reivindicación 6,

en el que detrás del analizador está dispuesta una unidad de desviación de luz que gira con el analizador, que desvía la luz que pasa a través del analizador hacia el receptor (18).

12. Dispositivo según la reivindicación 11,

en el que la unidad de desviación de luz desvía la luz que pasa a través del analizador radialmente al eje de giro y el receptor (18) está dispuesto radialmente fuera de la dirección de desviación de luz.

13. Dispositivo según la reivindicación 12,

en el que la unidad de desviación de luz es un difusor (20).

14. Dispositivo según la reivindicación 12,

en el que la unidad de desviación de luz es un espejo (26).

15. Dispositivo según la reivindicación 11,

en el que la unidad de desviación de luz es un espejo (30) perpendicular al eje de giro y el receptor (18) se encuentra en el lado del emisor (12).

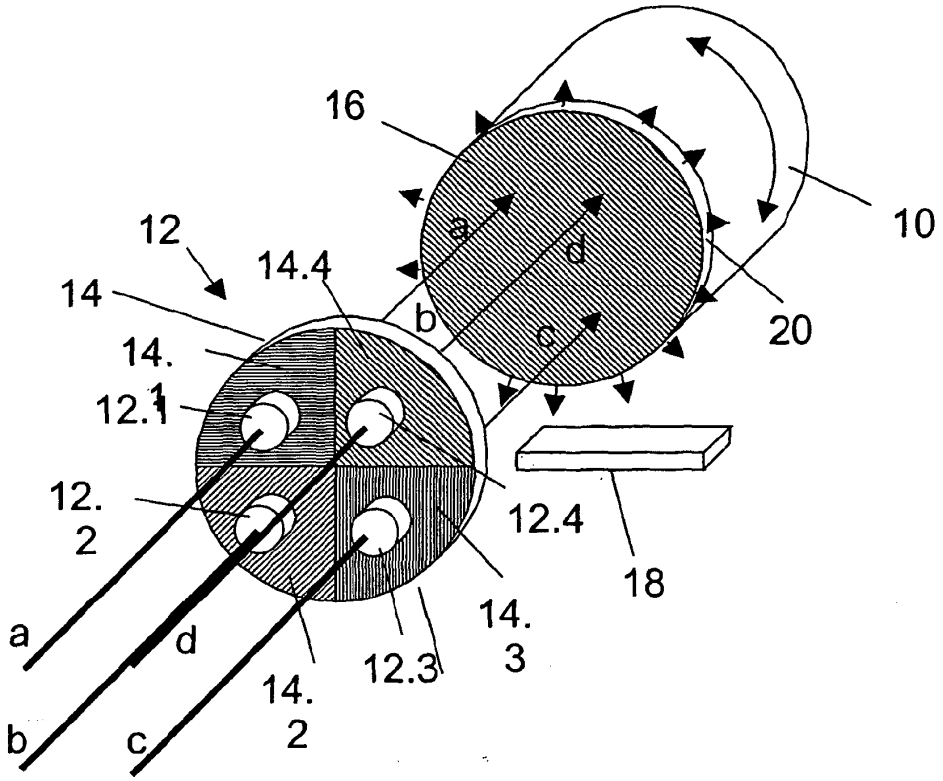
16
10
12
14.4
14
a
d
b
c
20
14.
1
12.1
12.
2
12.4
18
14.
3
12.3
a
d
14.
2
b
c

Fig. 1

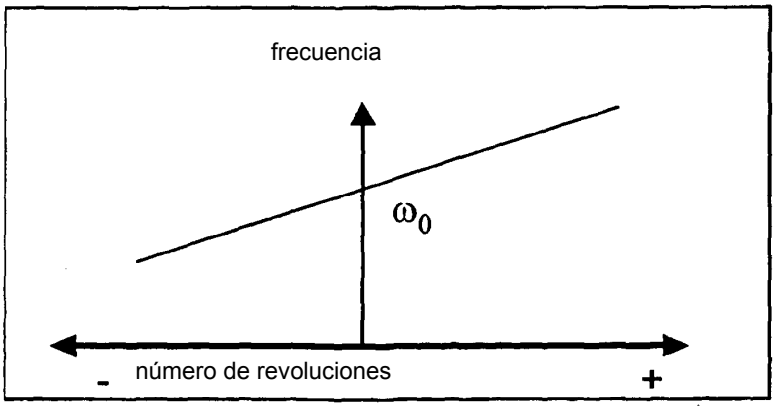
frecuencia
ω_0
-
número de revoluciones
+

Fig. 2

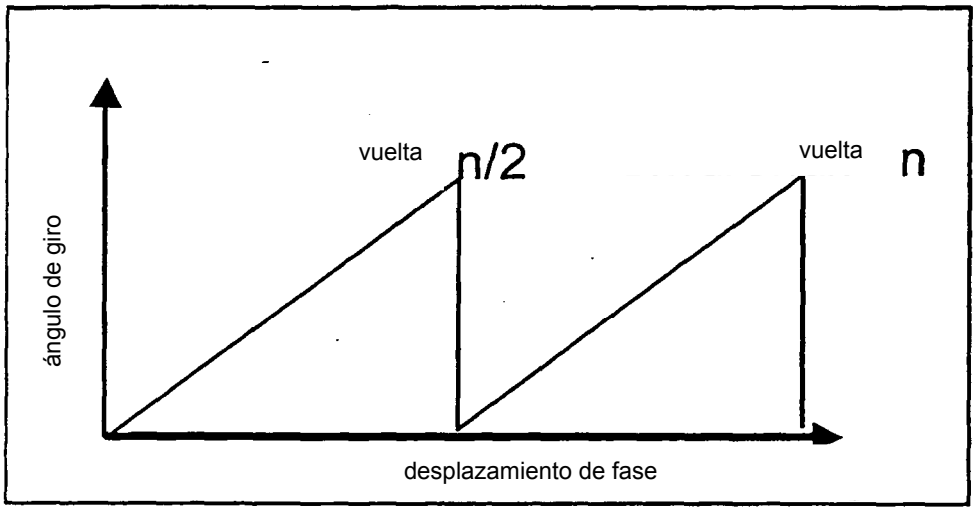
vuelta
n/2
vuelta
n
ángulo de giro
desplazamiento de fase

Fig. 3

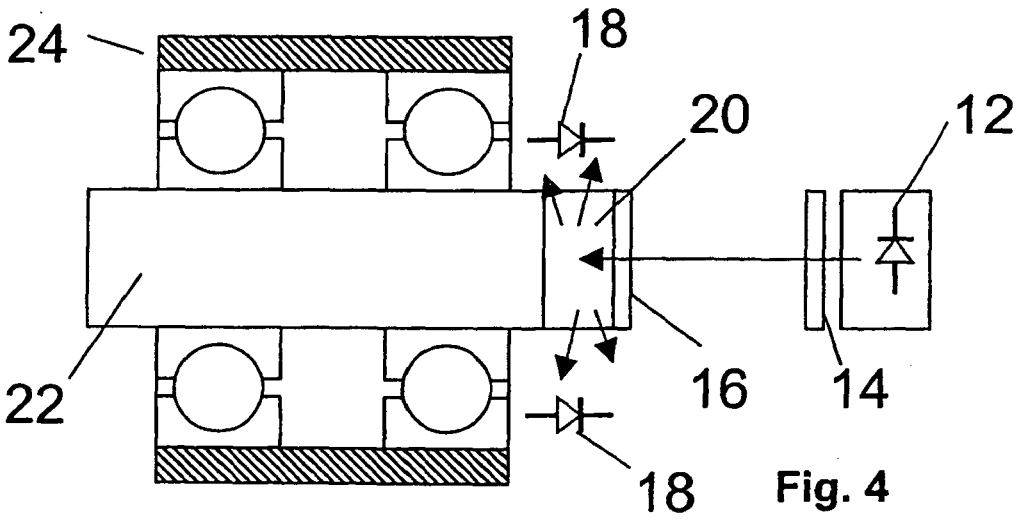
24
18
20
12
22
16
14
18

Fig. 4

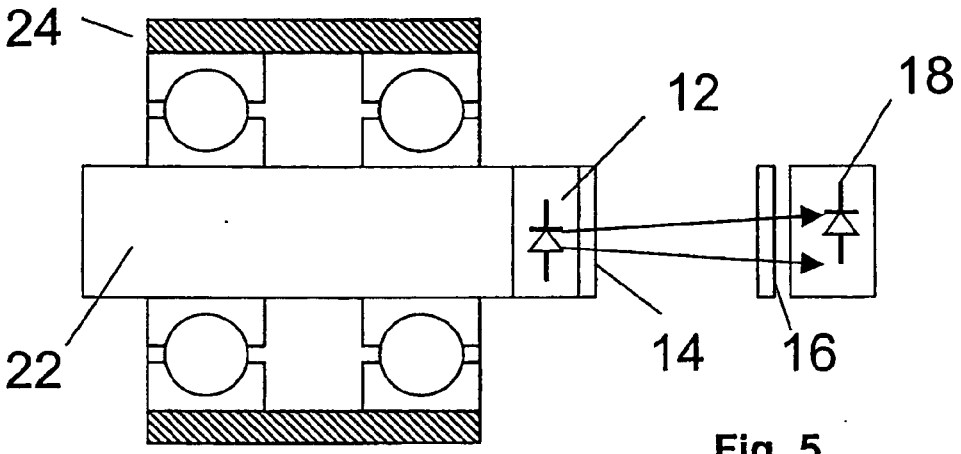

Fig. 5

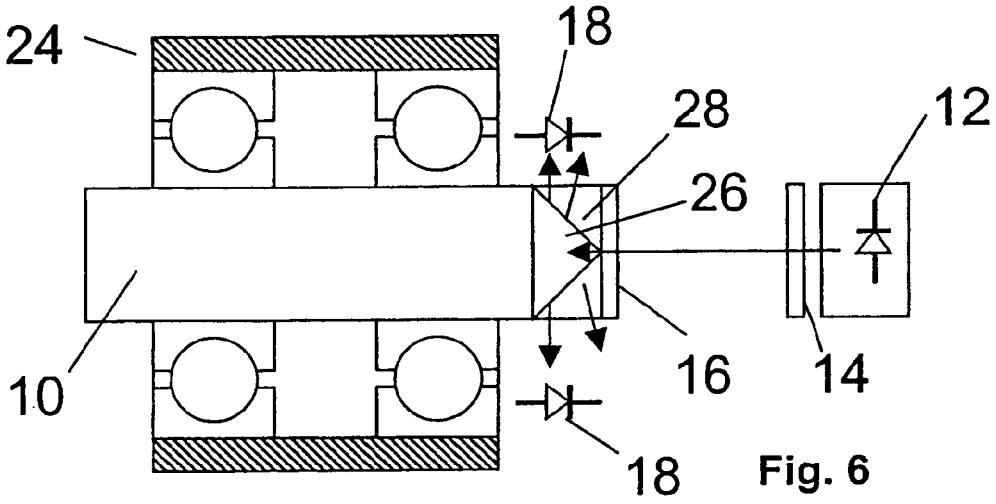

Fig. 6

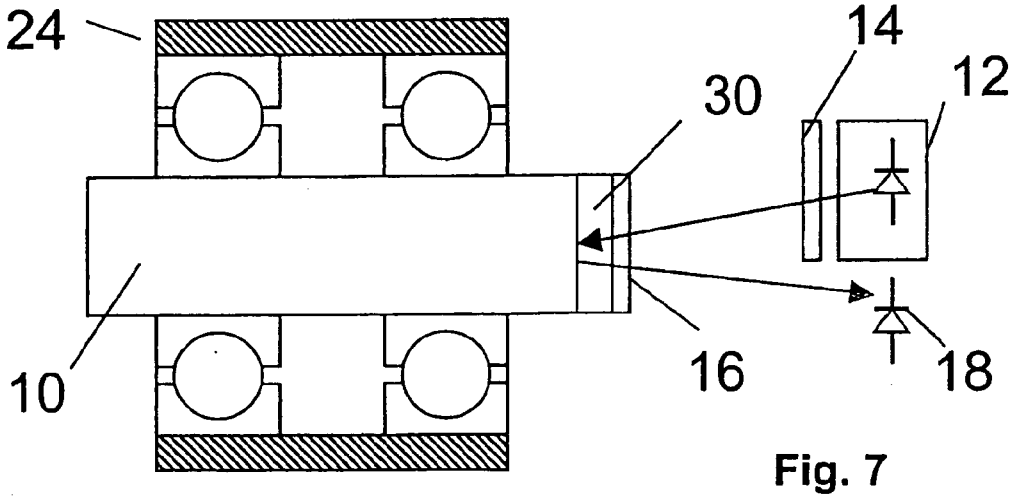

Fig. 7