

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 550 779**

51 Int. Cl.:

**G01D 5/04** (2006.01)

**G01D 5/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.03.2012 E 12710134 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.08.2015 EP 2681515**

54 Título: **Dispositivo de medición para el registro del ángulo de giro absoluto de un objeto de medición rotatorio**

30 Prioridad:

**04.03.2011 DE 102011013133**

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

**12.11.2015**

73 Titular/es:

**AUMA RIESTER GMBH & CO. KG (100.0%)  
Aumastr. 1  
79379 Müllheim, DE**

72 Inventor/es:

**PLATZER, WILFRIED y  
HOFMANN, BENJAMIN**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 550 779 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 de medición para el registro del ángulo de giro absoluto de un objeto de medición rotatorio

5 La invención se refiere a un dispositivo de medición para el registro del ángulo de giro absoluto de un objeto de medición rotatorio.

10 Por el documento DE 198 21 467 A1 se ha dado a conocer ya un engranaje diferencial unidimensional, bidimensional o multidimensional para la medición de alta resolución del número entero de vueltas de un árbol. En el caso más sencillo del engranaje diferencial unidimensional se emplean solamente dos ruedas dentadas. Estas se diferencian en cuanto al número de dientes en un diente. Una de las ruedas dentadas se asienta directamente sobre el árbol que va a medirse y acciona la segunda rueda dentada. Mediante la posición angular de las dos ruedas dentadas una respecto a otra puede determinarse el número de vueltas del árbol.

15 En el documento DE 198 21 467 A1 se presenta además un engranaje diferencial bidimensional con tres ruedas dentadas, estando asociada una primera rueda dentada a su vez al árbol que va a medirse, mientras que las otras dos ruedas dentadas se accionan directa y/o indirectamente por la primera rueda dentada. A través de las combinaciones básicas que se producen para los diferentes números de vueltas de las ruedas dentadas y que son posibles en el caso de números de dientes definidos de las ruedas dentadas individuales se determina el número entero de vueltas. Para alcanzar una claridad en cuanto al número entero de vueltas para los diferentes números de vueltas se calculan los valores fundamentales estandarizados de las combinaciones básicas y se almacenan en un campo numérico bidimensional. En este caso los valores fundamentales estandarizados sirven como coordenadas de memoria mediante las cuales puede determinarse el número entero de vueltas. El inconveniente de la solución conocida puede verse en que la resolución está situada en el intervalo de una vuelta entera. Con la solución conocida no es posible determinar actualmente aparte de eso la posición angular exacta del árbol del objeto de medición.

30 En relación con los accionamientos del regulador se ha dado a conocer ya un engranaje recto multivuelta de alta resolución para la medición del ángulo de giro absoluto. En el caso del engranaje recto conocido se emplean varias etapas de engranaje acopladas entre sí. En el caso de una solución preferida del engranaje recto multivuelta se emplean 23 ruedas dentadas y cinco transductores de posición. Las etapas de engranaje individuales deben producirse con alta precisión para minimizar los juegos en cada una de las etapas de engranaje dispuestas sucesivamente.

35 La invención se basa en el objetivo de indicar un dispositivo de medición sencillo y rentable para el registro del ángulo de giro absoluto de un objeto de medición rotatorio.

40 El objetivo se consigue por que al árbol del objeto de medición está asociada una primera rueda dentada, estando engranada la primera rueda dentada directa o indirectamente con al menos una segunda rueda dentada y una tercera rueda dentada, y siendo el número de dientes de cada una de las ruedas dentadas diferente entre sí. Además, a cada rueda dentada está asociado un transductor de ángulo de giro que registra el ángulo de giro de la rueda dentada asociada, estando prevista una unidad de cálculo que determina al menos la diferencia del ángulo de giro de la primera rueda dentada y de la segunda rueda dentada, y la diferencia del ángulo de giro de la primera rueda dentada y de la tercera rueda dentada, y mediante una adición de las diferencias del ángulo de giro determinado de las ruedas dentadas determina el número entero de vueltas y el ángulo de giro restante del árbol del objeto de medición. Además se considera ventajoso si se realiza una estandarización de la pendiente geométrica de la adición de las diferencias de los ángulos de giro determinados.

50 El dispositivo de medición de acuerdo con la invención permite la medición de la posición angular actual exacta de un árbol de un objeto de medición en combinación con la evaluación del número entero de del árbol.

55 El sensor de trayecto diferencial de acuerdo con la invención presenta preferentemente tres ruedas dentadas acopladas entre sí, presentando las ruedas dentadas un número de dientes diferente. Las ruedas dentadas pueden estar configuradas como ruedas cilíndricas de dientes rectos y/o como ruedas dentadas con dentado interior y/o como correas dentadas y/o como ruedas de cadena, y/o como ruedas de fricción. En el caso de las ruedas de fricción la diferencia en el número de dientes no se limita a números enteros positivos. Aquí la diferencia en el número de dientes puede corresponder, hablando en general, a un número real positivo cualquiera mayor igual a 1.

60 A través del sensor de trayecto diferencial de acuerdo con la invención pueden eliminarse en gran medida los problemas con juegos en las etapas de engranaje. Dado que el número de las etapas de engranaje en el dispositivo de medición de acuerdo con la invención está reducido considerablemente con respecto a la solución conocida el dispositivo de medición de acuerdo con la invención puede realizarse de manera rentable y compacta. Además puede conectarse sin ningún problema con el árbol del objeto de medición rotatorio. En relación con el dispositivo de medición de acuerdo con la invención, se considera como especialmente ventajoso el hecho de que para compensar y para comprobar el funcionamiento del dispositivo de medición, por ejemplo en la producción, es suficiente una vuelta sencilla de las tres ruedas dentadas. Por tanto también puede realizarse un test de funcionamiento del

dispositivo de medición de manera rápida y sin gran esfuerzo.

Una configuración ventajosa del dispositivo de medición de acuerdo con la invención propone que para el registro del ángulo de giro de cada una de las ruedas dentadas se empleen transductores de ángulo de giro ópticos, magnéticos y/o electromagnéticos. A este respecto se manera preferida se emplean sensores Hall.

Como ya se ha descrito en el punto anterior a través de transductores de ángulo de giro correspondientes de todas las ruedas dentadas se registra el ángulo de giro en cada caso en grados. La diferencia del ángulo de giro de la segunda rueda dentada con respecto a la primera rueda dentada y de la tercera rueda dentada con respecto a la primera rueda dentada se utiliza para la determinación del número entero de vueltas del árbol del objeto de medición al que está fijada la primera rueda dentada. A este respecto, preferentemente el número de dientes de las ruedas dentadas se diferencia en un diente, y concretamente de manera que la diferencia del número de dientes de la primera rueda dentada y de la segunda rueda dentada, y de la primera rueda dentada y de la tercera rueda dentada en cada caso es igual a 1. Si por ejemplo la primera rueda dentada está asociada al árbol del objeto de medición y su número de dientes asciende a 25, entonces el número de dientes de la segunda rueda dentada asciende a 26 y el número de dientes de la tercera rueda dentada a 24.

Debido a la diferencia en el número de dientes de la primera rueda dentada con respecto a la segunda rueda dentada, y de la primera rueda dentada con respecto a la tercera rueda dentada, siendo la diferencia igual a  $dZ$  y siendo  $dZ$  mayor o igual a 1, la resolución de ángulo total del dispositivo de medición se divide en  $n$  secciones principales. En este caso  $n$  es mayor o igual a 1. La unidad de cálculo determina la sección principal asociada al ángulo absoluto correspondiente por medio de las posiciones relativas de las ruedas dentadas.

Además en relación con el dispositivo de medición de acuerdo con la invención está previsto que la unidad de cálculo determine la resolución multivuelta  $TurnRes$  en la determinación del ángulo de giro absoluto utilizando la resolución parcial  $TA$  de la siguiente manera, siendo  $TA$  la resolución angular de una sección principal:

$$TA = \frac{1}{\left[ \left( \frac{z_1^2}{z_2 \cdot z_3} \right) - 1 \right] \cdot 2}$$

$$TurnRes = n \cdot TA$$

En este caso  $TurnRes \in \mathbb{N}$  y  $n \in \mathbb{N}$ ,  $TA \in \mathbb{Q}$  y  $TurnRes \geq TA$ , siendo  $TurnRes$  la resolución multivuelta cuando es  $n$  lo más pequeña posible.

Una configuración preferente del dispositivo de medición de acuerdo con la invención prevé que el transductor angular de la rueda dentada que está asociada al árbol del objeto de medición registre directamente el ángulo de giro restante, es decir la resolución de única vuelta. Alternativamente se propone que la unidad de cálculo determine el ángulo de giro restante, es decir la resolución de única vuelta, mediante las posiciones decimales en el cálculo del número entero de vueltas, empleándose para la estandarización de la pendiente de  $SumDiff$  preferiblemente la siguiente ecuación:

$$Turn = SumDiff \cdot \frac{TA}{360^\circ} + zHA \cdot TA$$

siendo  $zHA \leq n$  y  $zHA$  la sección principal  $HA$  asociada al ángulo absoluto correspondiente. El porcentaje en números enteros de  $Turn$  es el número de las vueltas enteras del árbol del objeto de medición, mientras que las posiciones decimales describen el ángulo de giro restante.  $SumDiff$  es la suma de las diferencias de los ángulos de giro  $\varphi_{z1}$ ,  $\varphi_{z2}$ ,  $\varphi_{z3}$  de cada una de las ruedas dentadas  $Z1$ ,  $Z2$ ,  $Z3$  y se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$SumDiff = 2 \cdot \varphi_{z1} - \varphi_{z2} - \varphi_{z3}$$

Para compensar inexactitudes y juegos originados en el registro del ángulo de giro en el engranaje del dispositivo de medición una configuración ventajosa del dispositivo de medición de acuerdo con la invención prevé lo siguiente: la unidad de cálculo divide mediante la substracción del ángulo de giro determinado de la segunda rueda dentada y de la tercera rueda dentada la resolución angular del dispositivo de medición en secciones secundarias  $UA$ . En este caso el número de las secciones secundarias depende del número de dientes de la primera rueda dentada. Especialmente la pendiente geométrica de las secciones secundarias  $UA$  es mayor que la pendiente geométrica de la sección principal  $HA$  o bien de las secciones principales  $zHA$ .

Preferentemente el dispositivo de medición de acuerdo con la invención se emplea en el caso de un elemento de ajuste o bien un actor en la técnica de la automatización o de la técnica de fabricación. Sin embargo se entiende que el dispositivo de medición de acuerdo con la invención no está limitado de ninguna manera a esta aplicación. El dispositivo de medición de acuerdo con la invención puede emplearse por ejemplo también en impresoras o automóviles.

En el empleo del dispositivo de medición de acuerdo con la invención, con un elemento de regulación o bien un actor se trata en el caso del objeto de medición preferentemente del árbol de accionamiento y/o el árbol secundario de un actuador que sirve para el accionamiento de una grifería. El árbol de accionamiento está conectado además a un elemento de accionamiento. En el caso del elemento de accionamiento se trata de un electromotor y/o de una rueda de ajuste o bien una rueda de mano. La grifería está acoplada con el árbol secundario. Con el fin de una reducción del elevado número de revoluciones del electromotor al número de revoluciones de la grifería relativamente bajo, en muchas aplicaciones está dispuesto en muchas aplicaciones habitualmente un engranaje reductor entre el elemento de accionamiento y la grifería.

La invención se explica con más detalle mediante las figuras siguientes. Muestran:

- la figura 1 una representación esquemática de un elemento de regulación o bien de un actor,
- la figura 2 una representación esquemática de una configuración del dispositivo de medición de acuerdo con la invención,
- la figura 3 un primer diagrama que aclara la resolución multivuelta cuando se presenta una sección principal, y
- la figura 4 un segundo diagrama que aclara la resolución multivuelta en el caso de dos secciones principales

La figura 1 muestra una representación esquemática de un elemento de regulación 1 o bien un actor 1 para el accionamiento de una grifería 2. En el caso de la grifería 2 se trata de por ejemplo, una válvula, una corredera, un estrangulador o una chapaleta. El elemento de regulación 1 o bien el actor 1 consta habitualmente de un electromotor 3 con tecnología de sensores 10 correspondiente, un actuador 4 con tecnología de sensores 11 correspondiente, un engranaje reductor 5 y una grifería 2. El control del elemento de regulación 1 se realiza por medio de la unidad de control 12 subordinada. La unidad de control 12 pueden estar integrada en el actuador 4, puede estar adosada al actuador 4 o estar configurada como componente separado. Los actuadores 4 empleados en la técnica de procesamiento y la técnica de procedimiento para griferías 2 están diseñadas en el sentido de que en el caso de número de revoluciones reducido (de 4 a 180 U/min) pueden transmitirse altos momentos de torsión (de 30 a 630.000 Nm), debiendo presentar el momento de torsión transmitido también con ángulos de giro reducidos una constancia elevada.

La transmisión de momentos de torsión entre el electromotor 3 y la grifería 2 se realiza a través del engranaje reductor 5. El engranaje reductor 5 es necesario para convertir el elevado número de revoluciones del electromotor 3 al número de revoluciones de salida deseado constante en gran medida para el accionamiento de la grifería 2. Como engranaje reductor 5 pueden emplearse diferentes engranajes. A modo de ejemplo han de mencionarse un engranaje de ruedas cónicas o engranaje recto, un engranaje helicoidal, un engranaje de superposición o un engranaje de palanca. El intervalo de momento de torsión en accionamientos giratorios alcanza hasta un momento de torsión de 32.000 Nm, en el caso de mecanismos rotatorios pueden realizarse momentos de torsión de hasta 630.000 Nm.

Para cumplir con una norma de seguridad especificada en la automatización de procesos o de procedimientos el actuador debe poder funcionar en caso de emergencia a través de una rueda de ajuste 6 que puede accionarse por separado. Esta rueda de ajuste 6 se emplea además también en el caso de la puesta en marcha o bien en la restauración del actuador 4 después de un caso de avería. En el caso de la rueda de ajuste 6 se trata habitualmente de una rueda de mano que se acciona manualmente por el personal de servicio, por lo que la guarnición 2 puede llevarse a una posición deseada.

Con el fin de la separación de funcionamiento manual y funcionamiento motor está previsto un mecanismo de acoplamiento no representado de manera separada en la figura 1. El mecanismo de acoplamiento está configurado y/o dispuesto habitualmente de manera que, en el funcionamiento motor el electromotor 3, está acoplado directamente al árbol secundario 7 y la rueda de ajuste 6 está desacoplada, mientras que en el accionamiento manual el árbol secundario 7 está acoplado a la rueda de ajuste 6, y el electromotor 3 está desacoplado. Por ello es posible una separación entre funcionamiento motor y funcionamiento manual. En particular el mecanismo de acoplamiento está configurado de tal manera que la rueda de ajuste 6 se desacopla automáticamente del árbol de accionamiento 8 tan pronto como el actuador 4 trabaje en el funcionamiento motor, el funcionamiento motor tiene por tanto preferencia respecto al funcionamiento manual. Los actuadores 4 correspondientes se ofertan y se venden por parte de la solicitante.

El registro del ángulo de giro  $\varphi_{z1}$  del árbol de accionamiento 8 o del árbol secundario 7 se realiza a través del dispositivo de medición 1 de acuerdo con la invención que se describe en las siguientes figuras de manera todavía más detallada. Con las señales I y II están marcadas diferentes posiciones en la figura 1, en las que puede montarse el dispositivo de medición 1 de acuerdo con la invención en el elemento de regulación 1. Mientras que el posicionamiento del dispositivo de medición 1 de acuerdo a la posición I se emplea preferentemente en relación con la utilización de un accionamiento rotatorio el posicionamiento del dispositivo de medición 1 de acuerdo con la posición II se emplea preferentemente en relación con la utilización de un accionamiento giratorio.

La figura 2 muestra una representación esquemática de una configuración del dispositivo de medición de acuerdo

con la invención, que consta de tres ruedas dentadas Z1, Z2, Z3 acopladas entre sí, presentando la rueda dentada Z1 el número de dientes z1, presentando la rueda dentada Z2 el número de dientes z2 y presentando la rueda dentada Z3 el número de dientes z3. Los números de dientes z1, z2, z3 de las ruedas dentadas Z1, Z2, Z3 son diferentes unos de otros. Especialmente la diferencia en los números de dientes entre la rueda dentada Z1 y la rueda dentada Z2, o bien la rueda Z1 y la rueda dentada Z3 asciende a un diente en cada caso. En el caso mostrado la rueda dentada Z1 está asociada al árbol 8, 9 del objeto de medición rotatorio. Las ruedas dentadas Z2, Z3 están engranadas directamente con la rueda dentada Z1.

A cada rueda dentada Z1, Z2, Z3 está asociado un transductor de ángulo de giro D1, D2, D3 que registra el ángulo de giro  $\varphi_{Z1}$ ,  $\varphi_{Z2}$ ,  $\varphi_{Z3}$  de la rueda dentada asociada Z1, Z2, Z3. El ángulo de giro  $\varphi_{Z1}$ ,  $\varphi_{Z2}$ ,  $\varphi_{Z3}$  de cada una de las ruedas dentadas Z1, Z2, Z3 se registra a través de transductores de ángulo de giro D1, D2, D3 ópticos, magnéticos y/o electromecánicos.

Además esta prevista una unidad de cálculo 13 que determina al menos la diferencia  $\varphi_{Z1} - \varphi_{Z2}$  de los ángulos de giro de la segunda rueda dentada Z2 con respecto a la primera rueda dentada Z1, y la diferencia  $\varphi_{Z1} - \varphi_{Z3}$  de los ángulos de giro de la tercera rueda dentada Z3 con respecto a la primera rueda dentada Z1, y mediante una adición  $\text{SumDiff} = (\varphi_{Z1} - \varphi_{Z2}) + (\varphi_{Z1} - \varphi_{Z3})$  de las diferencias  $\varphi_{Z1} - \varphi_{Z2}$ ,  $\varphi_{Z1} - \varphi_{Z3}$  de los ángulos de giro determinados  $\varphi_{Z1}$ ,  $\varphi_{Z2}$ ,  $\varphi_{Z3}$  de las ruedas dentadas Z1, Z2, Z3 determina el número entero de vueltas y el ángulo de giro restante  $\varphi_{Z1}$  del árbol del objeto de medición.

La unidad de cálculo 13 determina la resolución multivuelta en la determinación del ángulo de giro absoluto  $\varphi_{Z1}$  del árbol del objeto de medición rotatorio utilizando la resolución parcial TA preferentemente a través de la ecuación siguiente:

$$TA = \frac{1}{\left[ \left( \frac{z_1^2}{z_2 \cdot z_3} \right) - 1 \right] \cdot 2}$$

$$\text{TurnRes} = n \cdot TA$$

El transductor angular D1 de la rueda dentada Z1 que está asociado al árbol 8 del objeto de medición registra el ángulo de giro  $\varphi_{Z1}$  restante preferentemente de manera directa. Alternativamente la unidad de cálculo 13 determina el ángulo de giro  $\varphi_{Z1}$  restante mediante las posiciones decimales en el cálculo del número entero de vueltas, empleándose preferentemente la siguiente ecuación:

$$\text{Turn} = \text{SumDiff} \cdot \frac{TA}{360^\circ} + z_{HA} \cdot TA$$

La figura 3 muestra un diagrama que aclara la resolución multivuelta TurnRes con una sección principal HA, es decir con  $n=1$ . Sobre el eje x se traza el número entero de vueltas, sobre el eje y se trazan diferentes diferencias del ángulo de giro de cada una de las ruedas individuales en grados. En el caso mostrado se realizan vueltas de números enteros en una sección principal 312. De manera inequívoca puede determinarse el número entero de vueltas por medio de la suma Sum-Diff de las diferencias del ángulo de giro  $\varphi_{Z1}$ ,  $\varphi_{Z2}$ ,  $\varphi_{Z3}$  de las ruedas dentadas Z1, Z2, Z3.

Además están representadas en la figura 3, como también en la figura 4 las diferencias angulares  $\varphi_{Z1} - \varphi_{Z2}$ ,  $\varphi_{Z2} - \varphi_{Z3}$ ,  $\varphi_{Z1} - \varphi_{Z3}$  de los ángulos de giro  $\varphi_{Z1}$ ,  $\varphi_{Z2}$ ,  $\varphi_{Z3}$  determinados de la primera rueda dentada Z1, de la segunda rueda dentada Z2 y de la tercera rueda dentada Z3. Las curvas correspondientes tienen diferentes pendientes geométricas por lo que la resolución multivuelta TurnRes del dispositivo de medición 9 se divide en secciones secundarias UA. La primera sección secundaria de la curva  $\varphi_{Z2} - \varphi_{Z3}$  está dibujada en la figura 3 a modo de ejemplo. El número de las secciones secundarias UA de la curva  $\varphi_{Z2} - \varphi_{Z3}$  depende del número de dientes z1 de la primera rueda dentada Z1. Dado que el número de dientes z1 de la primera rueda dentada Z1 asciende a 25, hay por consiguiente 25 secciones secundarias UA de la curva  $\varphi_{Z2} - \varphi_{Z3}$  en el caso representado. El número de dientes z1, z2, z3 de las ruedas dentadas Z1, Z2, Z3 está seleccionado de manera que la pendiente geométrica de las secciones secundarias  $U_{Ai}$  con  $i = 1, \dots, n$  presenta una pendiente geométrica más alta que la pendiente geométrica de las secciones principales HA o bien de la sección principal HA. Mediante las curvas que reproducen las diferencias de los ángulos de giro  $\varphi_{Z2} - \varphi_{Z3}$ , o bien  $\varphi_{Z1} - \varphi_{Z2}$  o bien  $\varphi_{Z1} - \varphi_{Z3}$  de la primera, de la segunda y de la tercera rueda dentada Z1, Z2, Z3 la resolución puede determinarse de manera más precisa y determinarse el ángulo de giro  $\varphi_{Z1}$  restante del árbol 8 del objeto de medición.

La figura 4 muestra un diagrama que aclara la resolución multivuelta TurnREs con dos secciones principales HA. En este caso la unidad de cálculo 13, debido a la diferencia en el número de dientes de la primera rueda dentada Z1 con respecto a la segunda rueda dentada Z2, y de la primera rueda dentada Z1 con respecto a la tercera rueda dentada Z3, siendo la diferencia igual a dZ, siendo dZ mayor o igual a 1, divide la resolución angular total del dispositivo de medición 9 en n secciones principales HA. Además la unidad de cálculo 13 determina la sección principal correspondiente  $z_{HA}$  mediante las posiciones respectivas  $\varphi_{Z1}$ ,  $\varphi_{Z2}$ ,  $\varphi_{Z3}$  de las ruedas dentadas Z1, Z2, Z3.

**Lista de signos de referencia**

	1	elemento de regulación/actor
5	2	grifería
	3	electromotor
	4	actuador
	5	engranaje reductor
	6	rueda de ajuste / rueda de mano
10	7	árbol secundario
	8	árbol de accionamiento
	9	dispositivo de medición para determinar el ángulo de giro absoluto
	10	tecnología de sensores del electromotor
15	11	tecnología de sensores del actuador
	12	control subordinado
	13	unidad de cálculo
	dz	diferencia en el número de dientes de la primera rueda dentada con respecto a la segunda rueda dentada, y de la primera rueda dentada con respecto a la tercera rueda dentada
20	$\varphi_{Z1}$	número de dientes de la rueda dentada Z1
	$\varphi_{Z2}$	número de dientes de la rueda dentada Z2
	$\varphi_{Z3}$	número de dientes de la rueda dentada Z3
	z1	número de dientes de la rueda dentada Z1
	z2	número de dientes de la rueda dentada Z2
25	z3	número de dientes de la rueda dentada Z3
	Z1	primera rueda dentada
	Z2	segunda rueda dentada
	Z3	tercera rueda dentada
	D1	transductor angular de la primera rueda dentada
30	D2	transductor angular de la segunda rueda dentada
	D3	transductor angular de la tercera rueda dentada
	HA	sección principal
	n	número de las secciones principales
35	zHA	la sección principal asociada al ángulo absoluto
	UA	sección ssecundaria
	nUA	número de las secciones secundarias
	SumDiff	suma de las diferencia de los ángulos de giro de las ruedas dentadas
	TA	resolución angular de las secciones principales HA
40	TurnRes	resolución multivuelta
	Turn	el porcentaje de números enteros de Turn corresponde al número de las vueltas enteras del árbol del objeto de medición, las posiciones decimales describen el ángulo de giro restante.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de medición (9) para el registro del ángulo de giro absoluto ( $\varphi$ ) de un objeto de medición rotatorio, en el que una primera rueda dentada (Z1) está asociada al árbol (8) del objeto de medición, estando engranada la primera rueda dentada (Z1) directa o indirectamente con al menos una segunda rueda dentada (Z2) y una tercera rueda dentada (Z3) y siendo el número de dientes ( $z_1, z_2, z_3$ ) de cada una de las ruedas dentadas (Z1, Z2, Z3) diferente entre sí, estando asociado a cada rueda dentada (Z1, Z2, Z3) un transductor de ángulo de giro (D1, D2, D3) que registra el ángulo de giro ( $\varphi_{z1}, \varphi_{z2}, \varphi_{z3}$ ) de la rueda dentada (Z1, Z2, Z3) asociada, estando prevista una unidad de cálculo que determina al menos la diferencia ( $\varphi_{z1} - \varphi_{z2}$ ) de los ángulos de giro de la segunda rueda dentada (Z2) con respecto a la primera rueda dentada (Z1) y la diferencia ( $\varphi_{z1} - \varphi_{z3}$ ) de los ángulos de giro de la tercera rueda dentada (Z3) con respecto a la primera rueda dentada (Z1) y mediante una adición ( $\text{SumDiff} = (\varphi_{z1} - \varphi_{z2}) + (\varphi_{z1} - \varphi_{z3})$ ) de las diferencias ( $\varphi_{z1} - \varphi_{z2}$ ), ( $\varphi_{z1} - \varphi_{z3}$ ) de los ángulos de giro ( $\varphi_{z1}, \varphi_{z2}, \varphi_{z3}$ ) determinados de las ruedas dentadas (Z1, Z2, Z3) determina el número entero de vueltas y el ángulo de giro ( $\varphi_{z1}$ ) restante del árbol (8) del objeto de medición.

2. Dispositivo de medición de acuerdo con la reivindicación 1, en el que para el registro de los ángulos de giro ( $\varphi_{z1}, \varphi_{z2}, \varphi_{z3}$ ) de cada una de las ruedas dentadas (Z1, Z2, Z3) pueden emplearse transductores de ángulo de giro (D1, D2, D3) ópticos, magnéticos y/o electromecánicos.

3. Dispositivo de medición de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, diferenciándose el número de dientes ( $z_1, z_2, z_3$ ) de las ruedas dentadas (Z1, Z2, Z3) preferentemente en un diente ( $dZ = 1$ ) de manera que la diferencia ( $dZ$ ) del número de dientes ( $z_1 - z_2$  o  $z_1 - z_3$ ) es en cada caso igual a 1.

4. Dispositivo de medición de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad de cálculo (13) determina la resolución multivuelta (TurnRes) para determinar el ángulo de giro absoluto utilizando la resolución parcial (TA) de la manera siguiente:

$$TA = \frac{1}{\left[ \left( \frac{z_1^2}{z_2 \cdot z_3} \right) - 1 \right] \cdot 2}$$

$$\text{TurnRes} = n \cdot TA$$

con TurnRes,  $n \in \mathbb{N}$ ,  $TA \in \mathbb{Q}$  y  $\text{TurnRes} \geq TA$ , siendo TurnRes la resolución multivuelta cuando n es lo más pequeña posible.

5. Dispositivo de medición de acuerdo con las reivindicaciones 1, 2 o 3, en el que el transductor angular (D1) de la rueda dentada (Z1, Z2, Z3) que está asociada al árbol (8) del objeto de medición registra directamente el ángulo de giro ( $\varphi_{z1}$ ) restante o en el que la unidad de cálculo (13) determina el ángulo de giro ( $\varphi_{z1}$ ) restante mediante las posiciones decimales en el cálculo del número entero de vueltas (multivuelta), empleándose preferentemente la siguiente ecuación:

$$\text{Turn} = \text{SumDiff} \cdot \frac{TA}{360^\circ} + zHA \cdot TA$$

siendo  $zHA \leq n$  y reproduciendo SumDiff la suma de las diferencias de los ángulos de giro  $\varphi_{z1}, \varphi_{z2}, \varphi_{z3}$  de cada una de las ruedas dentadas Z1, Z2, Z3

$$\text{SumDiff} = 2 \cdot \varphi_{z1} - \varphi_{z2} - \varphi_{z3}$$

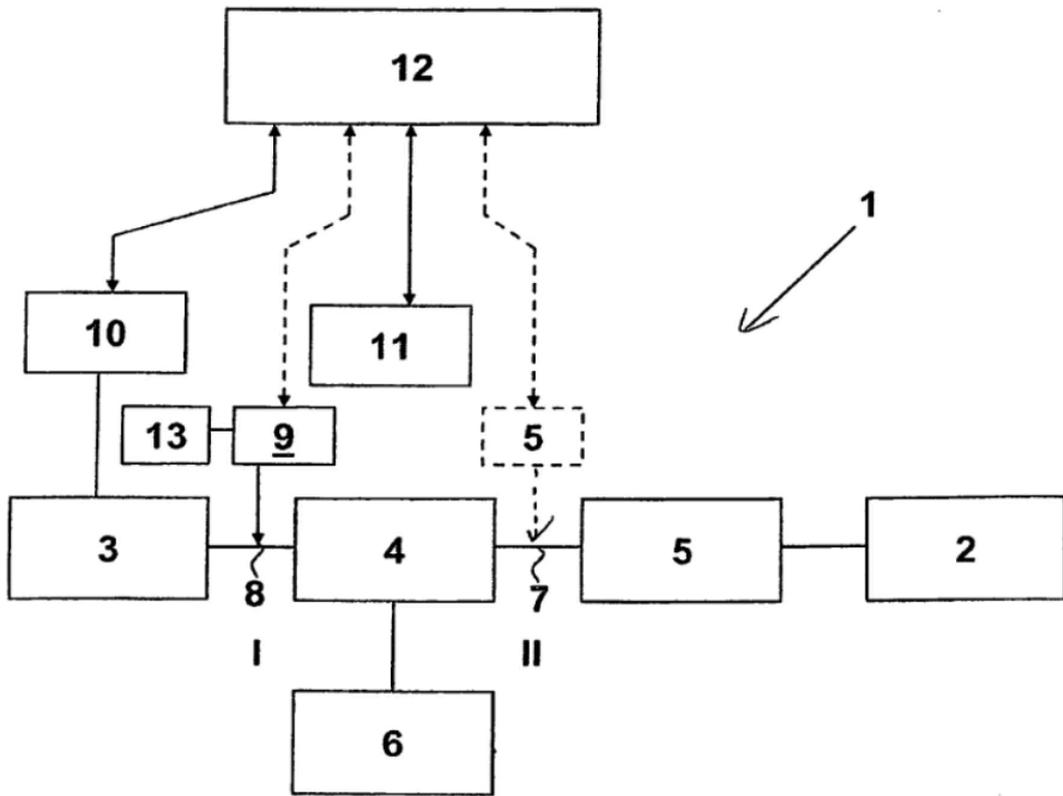
6. Dispositivo de medición de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad de cálculo (13) mediante la substracción de los ángulos de giro ( $\varphi_{z1}, \varphi_{z2}, \varphi_{z3}$ ) determinados de la segunda rueda dentada (Z2) y de la tercera rueda dentada (Z3) divide la resolución angular (TurnRes) del dispositivo de medición (9) en secciones secundarias (UA), dependiendo el número de las secciones secundarias (UA) del número de dientes ( $z_1$ ) de la primera rueda dentada (Z1), y siendo la pendiente geométrica de las secciones secundarias ( $UA_i$  con  $i = 1, \dots, n$ ) mayor que la pendiente geométrica de las secciones principales (HA).

7. Dispositivo de medición de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad de cálculo (13) mediante la substracción ( $\varphi_{z1} - \varphi_{z2}, \varphi_{z1} - \varphi_{z3}$ ) del ángulo de giro determinado de la primera rueda dentada (Z1) y de la segunda rueda dentada (Z2), o bien de la primera rueda dentada (Z1) y de la tercera rueda dentada (Z3), divide la resolución angular (TurnRes) del dispositivo de medición (1) en secciones secundarias (UA), siendo la pendiente geométrica de las secciones secundarias (UA) mayor que la pendiente geométrica de las secciones principales (HA).

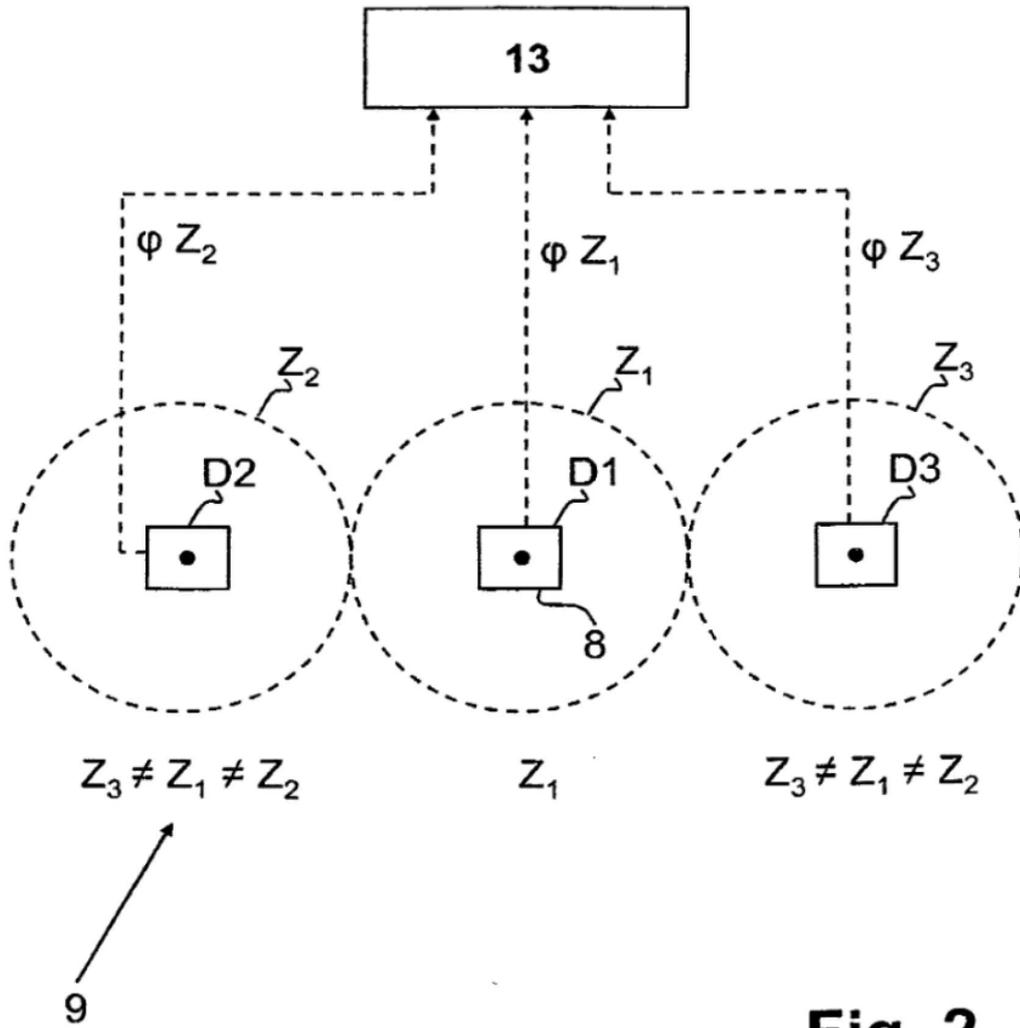
8. Dispositivo de medición de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad de cálculo (13) debido a la diferencia ( $dZ$ ) en el número de dientes de la primera rueda dentada (Z1) con respecto a la segunda rueda dentada (Z2), y de la primera rueda dentada (Z1) con respecto a la tercera rueda dentada (Z3), siendo la diferencia igual a  $dZ$ , siendo  $dZ$  mayor o igual a 1, divide la resolución angular total del dispositivo de

medición (9) en n secciones principales (HA) y determinando la unidad de cálculo (13) la sección principal (HAN) correspondiente mediante la posición respectiva ( $\varphi_{z1}$ ,  $\varphi_{z2}$ ,  $\varphi_{z3}$ ) de las ruedas dentadas (Z1, Z2, Z3).

- 5 9. Dispositivo de medición de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones 1 a 4, en el que en el caso del objeto de medición se trata de un árbol de accionamiento (8) y/o del árbol secundario (7) de un actuador(4) para accionar una grifería (2), estando conectado el árbol de accionamiento (8) con un elemento de accionamiento (3, 6), estando la grifería (2) conectada al árbol secundario (7) y estando previsto entre el elemento de accionamiento (3; 6) y la grifería (2) un engranaje reductor (5).
- 10 10. Dispositivo de medición de acuerdo con la reivindicación 9, en el que en el caso del elemento de accionamiento se trata de un electromotor (3) o de una rueda de ajuste (6).
- 15 11. Dispositivo de medición de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, en el que las ruedas dentadas (Z1, Z2, Z3) están configuradas como ruedas cilíndricas de dientes rectos y/o como ruedas dentadas con dentado interior y/o como correas dentadas y/o como ruedas de cadena y/o como ruedas de fricción.



**Fig. 1**



**Fig. 2**

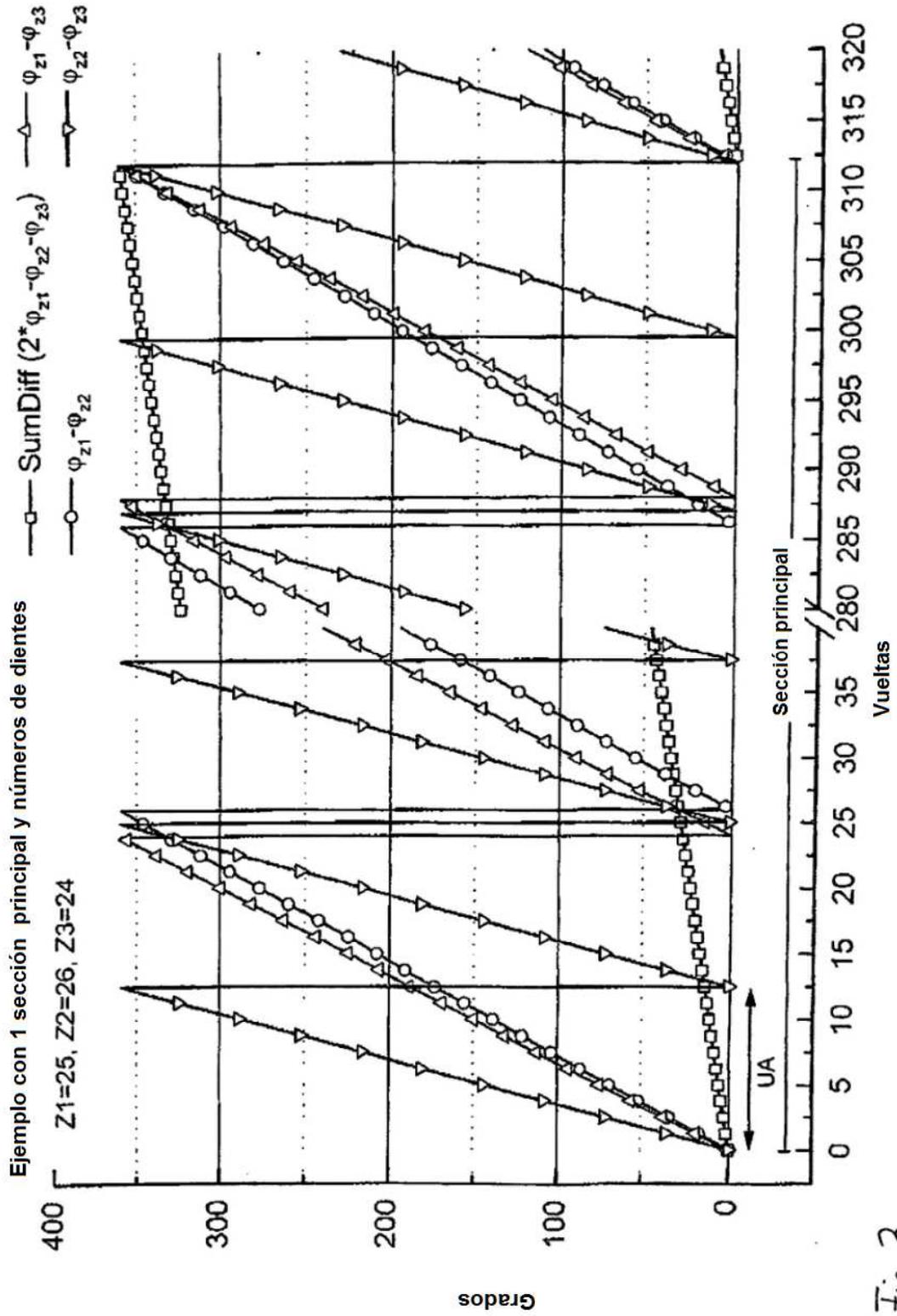


Fig. 3

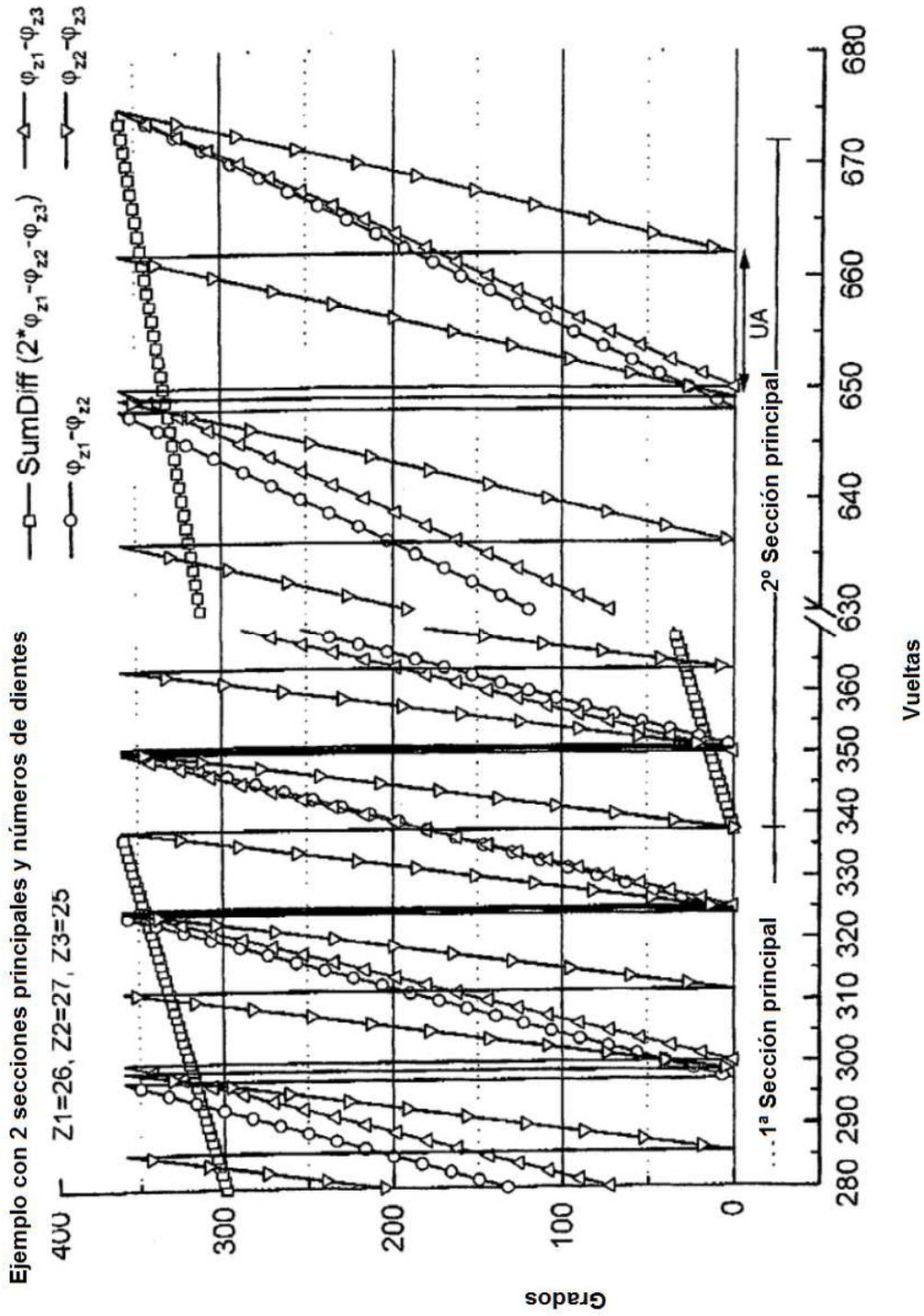


Fig. 4