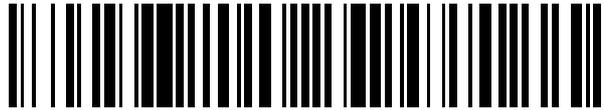


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 556 303**

21 Número de solicitud: 201400562

51 Int. Cl.:

**G01B 7/12** (2006.01)

**G21C 17/06** (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

**14.07.2014**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**14.01.2016**

Fecha de la concesión:

**29.09.2016**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**06.10.2016**

73 Titular/es:

**TECNATOM, S.A. (100.0%)**

**Avda. Montes de Oca, 1**

**28703 San Sebastián de los Reyes (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**PIÑEIRO FERNÁNDEZ, Pablo Jesús**

74 Agente/Representante:

**GARCÍA-CABRERIZO Y DEL SANTO, Pedro**

54 Título: **Dispositivo para medir el diámetro de una barra**

57 Resumen:

Dispositivo para medir el diámetro de una barra que está compuesto por dos semi-medidores (1) girados uno con respecto al otro 45° y situados de forma contigua. Cada semi-medidor (1) comprende dos placas de iluminación (2) en posición ortogonal y donde cada una de ellas consta de dos fuentes láser (L) configuradas para dirigir los haces de luz láser de forma tangencial hacia los extremos de un mismo diámetro de la barra (7). Asimismo, cada semi-medidor comprende dos sensores lineales (3) sobre los que la barra (7) proyecta una sombra, estando cada sensor enfrentado a una placa de iluminación (2). Cada sensor lineal (3) comprende una placa electrónica de control (5) que se conecta a unos medios de adquisición y tratamiento de datos (6) para obtener una medida de diámetro y ovalidad de la barra (7) a partir de las sombras proyectadas por la barra (7) en los sensores (3).

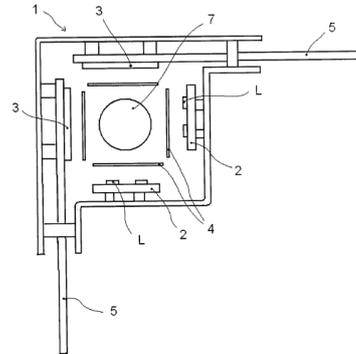


FIG. 1

ES 2 556 303 B1

## DESCRIPCIÓN

Dispositivo para medir el diámetro de una barra.

### 5 **Sector técnico de la invención**

La presente invención se refiere a un dispositivo para medir el diámetro de una barra, varilla, tubo o similar.

10 Una de las principales aplicaciones consiste en su utilización en la medida de diámetros de varillas de combustible nuclear.

### **Antecedentes de la invención**

15 Son conocidos en el estado de la técnica distintos dispositivos para la medida de diámetros de barras. Unos de los más utilizados hasta ahora están basados en un haz de rayos láser que se hace incidir perpendicularmente sobre una barra de forma que ésta interfiere en el camino de dicho haz. Posteriormente el haz de luz es recibido por un detector. La diferencia entre el haz emitido por la fuente y el haz recibido por el detector  
20 permite obtener el diámetro de la barra.

En la patente ES 2 058 986 T3 se describe un sistema de inspección del diámetro de pastillas de combustible que comprende un aparato de exploración por láser para detectar y medir el diámetro exterior de las pastillas, incluyendo dicho aparato una fuente  
25 y un receptor de luz de haz de láser situándose ambos en lados opuestos de una trayectoria lineal, en una orientación no ortogonal con el eje común de pastillas alineadas.

El inconveniente que presentan los dispositivos conocidos hasta el momento para la medida de diámetros es que solamente permiten medir el diámetro en una determinada  
30 dirección y, por tanto, no permiten conocer posibles defectos o presencia de ovalidad en la barra en cuestión. En muchos casos es necesario conocer si la barra es un cilindro perfecto o si presenta imperfecciones u ovalidad. En casos de medida de diámetros de barras que se van a utilizar para calibración, se requiere un conocimiento exacto del diámetro.

35 Los dispositivos para la medida de diámetros de barras son muy utilizados en centrales nucleares donde se precisa un control exhaustivo de cada varilla o tubo de combustible nuclear, ya que dichas varillas deben cumplir con las especificaciones requeridas.

40 La presente invención trata de solventar los inconvenientes de los medidores de diámetro de barras conocidos hasta ahora proporcionando un nuevo dispositivo que permite obtener con total precisión el diámetro de una barra, corrigiendo las posibles desviaciones por descentrado u holgura mecánica de la barra, así como conocer defectos o posibles desviaciones de cilindridad.

### 45 **Descripción de la invención**

El dispositivo para la medida de diámetros consiste en un instrumento que mide el diámetro de una barra de sección circular en cuatro ejes equidistantes (45 grados),  
50 utilizando una iluminación láser y midiendo la sombra proyectada por la barra sobre un sensor lineal.

El dispositivo consta de dos semi-medidores girados uno con respecto al otro 45 grados y situados de forma contigua. La barra cuyo diámetro se quiere medir atraviesa estos dos semi-medidores.

5 Cada semi-medidor efectúa la medida de diámetros en dos ejes ortogonales entre sí sobre la misma circunferencia (sección) de la barra, de esta manera se puede establecer una correlación de las medidas y efectuar correcciones geométricas, independientemente del movimiento u holguras de la barra.

10 Cada semi-medidor comprende dos placas de iluminación láser situadas en posición ortogonal (una en dirección el eje X y otra en dirección el eje Y), así como dos sensores lineales en posición ortogonal (uno en dirección del eje X y otro en dirección del eje Y), de forma que cada placa de iluminación se encuentra enfrentada a uno de los sensores, situándose la placa y el sensor en lados opuestos de la trayectoria lineal que sigue el haz  
15 de luz láser procedente de la placa de iluminación.

Los sensores lineales están formados por una matriz lineal de fotodiodos (array de fotodiodos) y cada uno de ellos comprende una placa electrónica de control a través de la cual los sensores se conectan a unos medios de adquisición y tratamiento de datos que  
20 sincronizan el conjunto, recopilan las medidas e interaccionan con un ordenador de cálculo por medio de una conexión ethernet. Además, cada sensor lineal controla su placa iluminadora (la situada en la misma dirección que el sensor).

Cada placa de iluminación consta de dos fuentes láser configuradas para dirigir el haz de luz láser de forma tangencial a los extremos de un mismo diámetro de la barra. La  
25 medida del diámetro de la barra se obtiene a partir de la medida de la sombra proyectada por la barra sobre un sensor lineal.

El dispositivo comprende preferiblemente unos colimadores situados en la trayectoria del haz de luz láser con objeto de reducir el tamaño del haz de luz láser y de evitar  
30 interferencias entre los diferentes haces. En cada trayectoria del haz de luz láser se sitúan dos colimadores, uno entre la placa de iluminación correspondiente y la barra y otro entre la barra y el sensor lineal.

El sistema puede incluir unos medios de sujeción y centrado de la barra que impidan el movimiento de la misma. Estos medios pueden ser unos discos provistos de un orificio  
35 por donde se hace pasar la barra y unos medios de acoplamiento, tal como una rosca, para poder acoplarse a los lados del dispositivo por donde se hace pasar la barra cuyo diámetro se quiere determinar.

40 El procedimiento para medir el diámetro de una barra mediante el dispositivo descrito comprende las siguientes etapas:

a) irradiar la barra simultáneamente con dos fuentes láser situadas de forma que las radiaciones láser forman entre sí un ángulo de 90° para obtener dos sombras,  
45

b) cuantificar una longitud de las sombras mediante un sensor lineal y obtener una primera medida de cada sombra,

50 c) irradiar de la barra con dos fuentes láser simultáneamente situadas de forma que las radiaciones láser forman entre sí un ángulo de 90° y, a su vez cada radiación

formando un ángulo de  $45^\circ$  con las radiaciones de la etapa a) y cuantificación de la longitud de las sombras mediante un sensor lineal y obtener una segunda medida de cada sombra,

- 5 d) enviar la información de las cuatro medidas a medios de adquisición y tratamiento de datos,
- e) procesar digitalmente las cuatro medidas para obtener el diámetro de la barra y la posible ovalidad.

10

### **Descripción de las figuras**

15 Para completar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de la invención, se acompañan unas figuras donde con carácter ilustrativo y no limitativo se ha representado lo siguiente:

Figura 1: muestra en detalle uno de los semi-medidores que componen el dispositivo de la presente invención.

20 Figura 2: muestra la arquitectura del dispositivo de la presente invención.

Figura 3: muestra un esquema geométrico de uno de los semi-medidores que conforman el dispositivo de la presente invención.

25 En dichas figuras, las diferentes referencias que en ella aparecen tienen los siguientes significados:

1.- Semi-medidor

30 2.- Placa de iluminación

3.- Sensor lineal

4.- Colimador

35

5.- Placa electrónica de control

6.- Medios de adquisición y tratamiento de datos

40 7.- Barra

L.- Fuente de iluminación láser

Lx.- Fuente de iluminación láser situada en el eje X

45

Ly.- Fuente de iluminación láser situada en el eje Y

Sx.- sombra proyectada por la barra en el eje X

50 Sy.- sombra proyectada por la barra en el eje Y

Dx.- diámetro de la barra en dirección del eje X

Dy.- diámetro de la barra en dirección del eje Y

## 5 Descripción detallada de la invención

A continuación se describe de forma detallada el dispositivo de medida de diámetro de una barra de acuerdo a las figuras presentadas.

10 El dispositivo consta de dos semi-medidores (1) girados uno con respecto al otro 45 grados y situados uno aliado de otro a través de los cuales se hace pasar la barra (7) cuyo diámetro se quiere determinar.

15 La figura 1 muestra en detalle uno de los semi-medidores (1) que componen el dispositivo de medida de la presente invención. El otro semi-medidor es idéntico pero se encuentra girado 45° respecto al primer medidor de forma que el eje de giro sería la barra (7) cuyo diámetro se quiere determinar.

20 Cada semi-medidor (1) consta de dos placas de iluminación (2) situadas en posición ortogonal una respecto a otra. Cada placa de iluminación (2) comprende dos fuentes de luz láser (L) configuradas para dirigir el haz de luz láser de forma tangencial a los extremos de un mismo diámetro de la barra (7). Cada semi-medidor comprende dos sensores lineales (3), cada uno de ellos enfrentado a una placa de iluminación (2) para recibir los haces de luz láser provenientes de ésta. Los sensores lineales (3) están formados por una matriz lineal de diodos. Además, cada sensor comprende una placa electrónica de control (5) configurada para conectarse con unos medios de adquisición y tratamiento de datos (6). Dicha placa (5) está configurada para controlar la placa de iluminación (2) correspondiente (la situada enfrentada al sensor, en el lado opuesto de la trayectoria de luz láser).

30 En la trayectoria de la luz láser se disponen unos colimadores (4) con objeto de evitar interferencias y reducir el tamaño del haz. Estos colimadores (4) se posicionan en la trayectoria del haz de luz láser antes y después de que dicho haz atraviese la barra (7).

35 La figura 2 muestra en esquema la arquitectura del dispositivo de medida de diámetros formado por dos semi-medidores (1) girados uno con respecto al otro 45 grados. Las placas electrónicas de control (5) de los sensores lineales (3) envían la información a los medios de adquisición y tratamiento de datos (6) que sincronizan el conjunto, recopilan las medidas e interaccionan con un ordenador (PC) por medio de una conexión ethernet. 40 Los haces de luz láser procedentes de las placas de iluminación (2) están representadas en línea punteada en la figura 2. Tal y como se comprueba en dicha figura, cada par de haces de luz láser procedente de una placa de iluminación se dirigen hacia los extremos de un mismo diámetro de la barra (7). Los dos diámetros medidos por cada semi-medidor son ortogonales entre sí.

45 En la figura 3 se muestra una geometría de un semi-medidor (1), donde se observan las placas de iluminación (2), una situada en el eje X y otra en el eje Y. Cada placa consta de dos fuentes láser (Lx, Ly) configuradas para dirigir el haz de luz láser de forma tangencial a los extremos de un mismo diámetro (dx, dy respectivamente) de la barra (7). Las fuentes láser situadas en el eje Y (Ly) y dirigidas hacia los extremos de un diámetro dy de la barra (7) llegan al sensor lineal (3) situado en la dirección Y. Las fuentes láser situadas 50

- 5 en el eje X ( $L_x$ ) y dirigidas hacia los extremos de un diámetro  $d_x$  de la barra (7) llegan al sensor lineal (3) situado en la dirección X. La barra (7) proyecta sobre cada sensor lineal (3) una sombra ( $S_x$  y  $S_y$ ). A partir de la sombra ( $S_x$  y  $S_y$ ) proyectada por la barra sobre un sensor lineal y mediante los medios de adquisición y tratamiento de datos (6) que se conectan a un ordenador, se obtendrá el diámetro de la barra y medida de la posible ovalidad de la misma.

## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para medir el diámetro de una barra **caracterizado** por comprender:

- 5 - dos semi-medidores de diámetro (1) girados uno con respecto al otro 45 grados y situados de forma contigua, estando configurados para ser atravesados por la barra (7) cuyo diámetro se quiere determinar y donde cada semi-medidor (1) comprende:
- 10 - dos placas de iluminación (2) situadas en posición ortogonal una respecto a otra y donde cada una de ellas consta de dos fuentes láser (L) configuradas para dirigir los haces de luz láser de forma tangencial hacia los extremos de un mismo diámetro de la barra (7),
- 15 - dos sensores lineales de luz (3) formados por una matriz lineal de fotodiodos sobre los que la barra (7) proyecta una sombra, estando cada sensor de luz (3) enfrentado a una placa de iluminación (2) y dispuesto para recibir los haces de luz láser y donde cada sensor lineal de luz (3) comprende una placa electrónica de control (5),
- 20 - unos medios de adquisición y tratamiento de datos (6) conectados a las placas electrónicas de control (5) y configurados para obtener una medida de diámetro de la barra (7) a partir de las sombras proyectadas por dicha barra (7) en los sensores lineales (3).

25 2. Dispositivo para medir el diámetro de una barra, según reivindicación 1, **caracterizado** porque cada semi-medidor comprende cuatro colimadores (4) que se posicionan en la trayectoria de los haces de luz láser, estando dos de ellos situados antes de que los haces de luz láser atraviesen la barra (7) y los otros dos situados después de que dichos haces atraviesen la barra (7).

30 3. Dispositivo para medir el diámetro de una barra, según reivindicación 1, **caracterizado** porque comprende unos medios de sujeción y centrado de la barra.

35 4. Dispositivo para medir el diámetro de una barra, según reivindicación 1, **caracterizado** porque los medios de adquisición y tratamiento de datos (6) están configurados para conectarse a un ordenador por medio de una conexión ethernet.

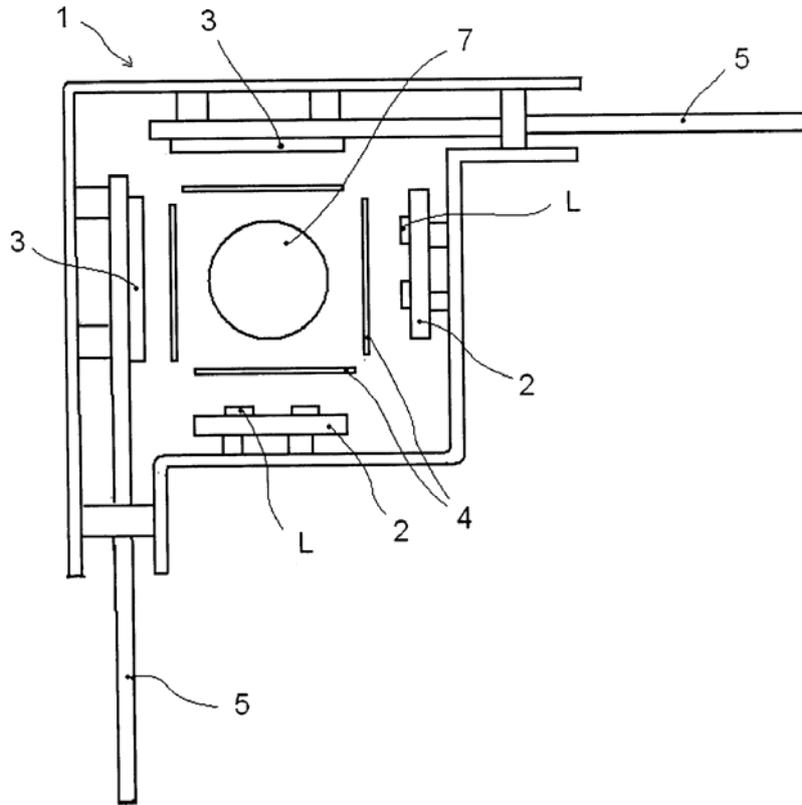


FIG. 1

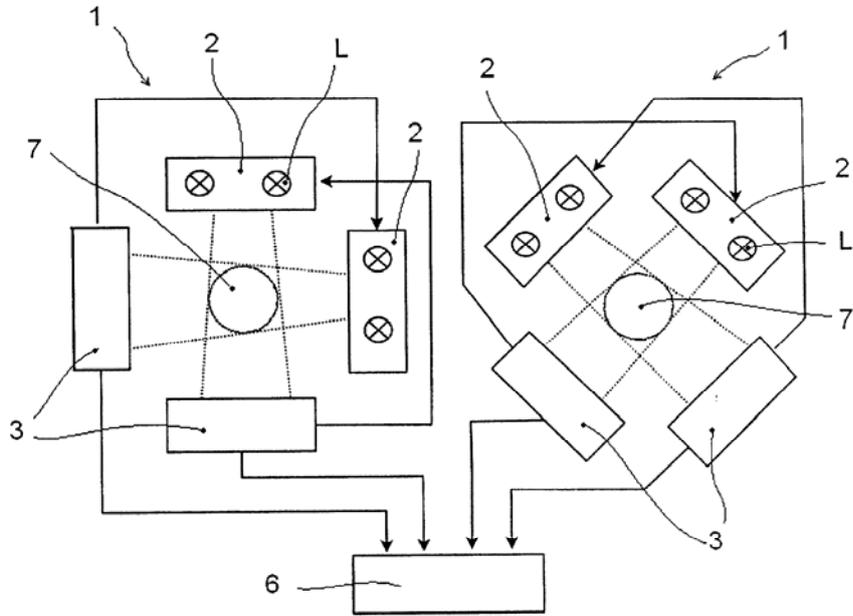


FIG. 2

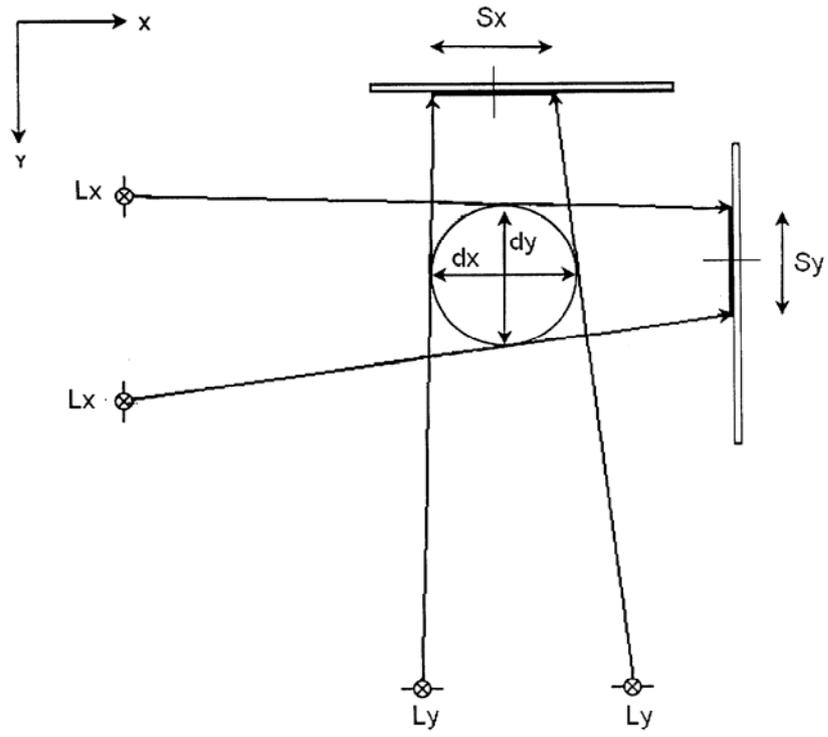


FIG. 3



OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201400562

②② Fecha de presentación de la solicitud: 14.07.2014

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **G01B7/12** (2006.01)  
**G21C17/06** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	EP 0038378 A1 (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP) 28.10.1981, páginas 1-55; figuras 1-66.	1-4
A	EP 0526752 A1 (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP) 10.02.1993, columna 1, línea 1 – columna 7, línea 1; figuras 1-7.	1-4
A	US 4991308 A (DONALDSON CHARLES W) 12.02.1991, columna 1, línea 9 – columna 8, línea 31; figuras 1-9.	1-4
A	CN 102692192 A (UNIV TSINGHUA et al.) 26.09.2012, resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE.	1-4

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
27.10.2015

Examinador  
B. Tejedor Miralles

Página  
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G01B, G21C

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, bases de datos de texto completo de patentes

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 27.10.2015

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-4	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-4	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	EP 0038378 A1 (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP)	28.10.1981
D02	EP 0526752 A1 (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP)	10.02.1993
D03	US 4991308 A (DONALDSON CHARLES W)	12.02.1991
D04	CN 102692192 A (UNIV TSINGHUA et al.)	26.09.2012

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

## Reivindicación 1:

El documento D01 se considera como el estado de la técnica más próximo al objeto de la invención.

Dicho documento divulga un dispositivo para medir el diámetro de una barra, que comprende un medidor con una fuente láser, una matriz lineal de fotodiodos y unos medios de adquisición y tratamiento de datos; de forma que rotando la barra realiza hasta cuarenta medidas de la barra para obtener el diámetro de la misma (D01: páginas 1-55).

Se diferencia en que no dispone de un segundo semi-medidor de diámetro que comprenda los elementos citados en la primera reivindicación. El efecto técnico que se consigue es obtener cuatro medidas del diámetro de la barra y determinar así la posible ovalidad de la misma. El problema técnico a resolver es cómo aumentar la precisión en las medidas de diámetro de las barras.

No se ha encontrado en el estado de la técnica dichas características técnicas. Por lo tanto, la primera reivindicación presentaría novedad y actividad inventiva según los artículos 6.1 y 8.1 de la ley de patentes 11/1986.

## Reivindicaciones dependientes 2-4:

En ninguno de los documentos citados, que reflejan el estado de la técnica anterior más próximo al objeto de la solicitud, se han encontrado presentes todas las características técnicas que se definen en la reivindicación 1 de la solicitud. Asimismo, se considera que las características diferenciales no parecen derivarse de una manera evidente de ninguno de los documentos citados, ni de manera individual ni mediante una combinación evidente entre ellos. Por todo lo anterior, se concluye que la reivindicación 1 y las reivindicaciones dependientes 2-4 satisfarían los requisitos de novedad y actividad inventiva según los artículos 6.1 y 8.1 de la ley de patentes 11/1986. Sin embargo, las características técnicas de las reivindicaciones dependientes se encuentran divulgadas en los documentos citados o son características técnicas de uso común en el área del objeto de la invención.

## Otros documentos:

Al igual que el documento D01, los documentos citados D02-D04 divulgan dispositivos para medir el diámetro de una barra que comprenden un láser y una matriz lineal de fotodiodos; siendo la característica técnica diferencial que no disponen de un segundo medidor en la posición reivindicada para poder obtener cuatro medidas del diámetro de la barra y determinar así la posible ovalidad de la misma.