



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 188 419**

② Número de solicitud: 200102686

⑤ Int. Cl.⁷: G01B 11/24

B61K 9/12

G01M 17/10

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

② Fecha de presentación: **03.12.2001**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **16.06.2003**

④ Fecha de publicación del folleto de la solicitud: **16.06.2003**

⑦ Solicitante/s: **PATENTES TALGO, S.A**
C/ Gabriel García Márquez, 4
28230 Las Rozas, Madrid, ES

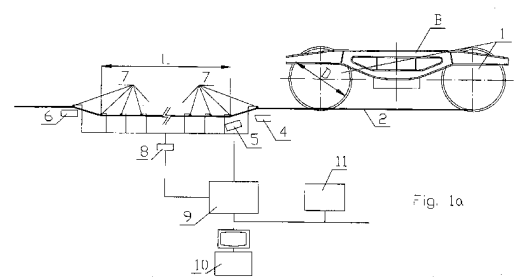
⑦ Inventor/es: **López Gómez, José Luis;**
Sánchez Revuelta, Angel Luis;
Gómez Gómez, Carlos Javier;
Navarro Belsue, Rafael;
Valerio Cascajo, Roberto y
Bariabar Azcárraga, Begoña

⑦ Agente: **Tavira Montes-Jovellar, Antonio**

⑤ Título: **Dispositivo y procedimiento de medida de ovalización, alabeo, planos y parámetros de rodadura de ruedas ferroviarias.**

⑤ Resumen:

Dispositivo y procedimiento de medida de ovalización alabeo, planos y parámetros de rodadura de ruedas ferroviarias, mediante el uso de un carril de rodadura (2) por el que se hace rodar en torno a 10 km/h la parte más externa de la rueda a medir (1). Varios sensores (7) detectan la presencia de rueda en la zona de medida, de manera que activan el dispositivo. Un sistema de luz láser colimado (6) proyecta un haz de luz sólida sobre la rueda, que interfiere constantemente con la misma produciendo imágenes que se reflejan en una pantalla (4). Estas imágenes son grabadas por una cámara (5) y enviadas a un sistema de visión artificial (9) donde se calculan los parámetros necesarios, a partir de los cuales se obtienen las medidas requeridas. Los resultados obtenidos son enviados a un ordenador (10) donde se generan los informes de medidas.



ES 2 188 419 A1

DESCRIPCION

Dispositivo y procedimiento de medida de ovalización, alabeo, planos y parámetros de rodadura de ruedas ferroviarias.

Campo de la invención

La presente invención se refiere en general a la medida de la ovalización, el alabeo, planos y los parámetros de rodadura de grueso y altura de pestaña, qR, distancia entre caras internas y diámetro de ruedas ferroviarias y otros parámetros utilizando técnicas de visión artificial para obtener reproducciones del perfil de la rueda. Más específicamente, la invención concierne a un dispositivo y un procedimiento desarrollado expresamente para realizar tales medidas.

Antecedentes de la invención

Se conoce ya el uso de sistemas de visión artificial para obtener reproducciones del perfil de ruedas ferroviarias. Un ejemplo del estado de la técnica anterior está representado por el documento EP-A-0 985 904, en el que se describen una instalación y un procedimiento de medida de la ovalización y el diámetro de ruedas con ayuda de visión artificial. La presente invención constituye precisamente un desarrollo adicional, nuevo y original, de la invención reivindicada en dicho documento anterior.

Sumario de la invención

La invención consiste básicamente en que sobre un tren en marcha a velocidad en torno a 10 km/h se proyecta un haz de luz láser sobre la rueda a medir, que interfiere constantemente con la pestaña y la banda de rodadura. El haz de luz, tras incidir en la rueda, se proyecta sobre una pantalla y la imagen generada es capturada por una cámara en diferentes instantes de tiempo. Dicha cámara transmite las imágenes a un sistema de visión artificial donde se calculan los parámetros necesarios para obtener la ovalización, el alabeo, planos y los parámetros de rodadura. Dichos parámetros son procesados en el propio sistema y enviados a un ordenador que presenta los resultados. Dicho ordenador puede estar conectado a otros equipos de medida, como, por ejemplo, un equipo de detección automática de defectos en ruedas, un equipo de medida de la diferencia de diámetros entre las ruedas de un mismo eje, etc.

Más específicamente, la invención proporciona un dispositivo de medida de la ovalización, alabeo, planos y parámetros de rodadura de ruedas utilizando visión artificial, que comprende por cada lado de la vía ferroviaria una zona de medida; un carril de rodadura por el que se hace pasar la rueda a medir a velocidad en torno a 10 km/h; un contracarril para centrar dicha rueda durante el proceso de medida; un haz de luz láser colimado procedente de un sistema de luz láser, que ilumina la pestaña y el perfil de rodadura mientras la rueda atraviesa la zona de medida; una pantalla sobre la que se proyecta la sombra del contorno; una cámara de vídeo para capturar y transmitir las imágenes proyectadas sobre la pantalla; un sistema de visión artificial conectado a la cámara de vídeo que digitaliza y procesa las imágenes recibidas, obteniendo los parámetros a medir de ovalización, alabeo, planos y parámetros

de rodadura; un ordenador conectado al sistema de visión artificial que muestra los valores obtenidos y almacena las imágenes capturadas; unos sensores ópticos de posición de rueda que detectan la presencia de rueda y activan y desactivan la captura de imágenes; y un sistema de control que gobierna los sensores.

El dispositivo de la invención utiliza algoritmos matemáticos adecuados que incluyen la compensación de la difracción y de los defectos ópticos potenciales de manera que se realice la extracción del perfil con alta resolución independientemente de la distancia instantánea entre la rueda y la pantalla.

Según la invención, el sistema de control calcula la velocidad del vehículo a partir del tiempo transcurrido entre los instantes de activación del primer sensor de rueda y del segundo.

Asimismo, el sistema de control calcula el número de imágenes que la cámara de vídeo debe capturar y enviar por segundo al sistema de visión artificial en función de la velocidad del tren, de manera que el número de imágenes procesadas para cada rueda sea el mismo en todos los casos, independientemente de la velocidad.

Según otro aspecto de la invención, el sistema de visión artificial está diseñado para procesar al menos 50 imágenes por rueda.

Preferiblemente, el sistema de control manda que la cámara de vídeo únicamente capture imágenes cuando hay una sola rueda en la zona de medida.

Es preferible también que el ordenador esté conectado a otras instalaciones de medida, de manera que dicho ordenador procese todos los datos obtenidos por las diferentes instalaciones.

Según un aspecto más de la invención, la zona de medida está unos milímetros por debajo del nivel del carril de rodadura, de manera que la pantalla y el sistema de luz láser colimado están alojados debajo de dicho carril, accediendo la rueda a la zona de medida a través de un carril acunado.

Como alternativa, la zona de medida puede encontrarse al mismo nivel que el carril de rodadura, de manera que la pantalla y el sistema de luz láser colimado estén alojados en un mecanismo capaz de adaptarse al carril de rodadura al paso del tren, recuperando la posición de medida una vez la rueda ha pasado.

Además, la invención proporciona un procedimiento de medida de la ovalización, alabeo, planos y parámetros de rodadura de ruedas ferroviarias en el que se utiliza el dispositivo antes descrito. Según dicho procedimiento, el dispositivo de medida se activa con unos sensores ópticos de posición de la rueda; se proyecta sobre la rueda un haz de luz colimada desde un sistema de luz láser de manera que dicha luz ilumina constantemente la pestaña y la banda de rodadura mientras la rueda atraviesa la zona de medida; obteniéndose imágenes que se proyectan sobre una pantalla; y se capturan con una cámara de vídeo procesándose dichas imágenes en un sistema de visión artificial y presentando los resultados obtenidos en un ordenador.

Breve descripción de los dibujos

La invención aparece ilustrada con detalle en los dibujos adjuntos, en los que:

- La figura 1 muestra la disposición en conjunto del dispositivo, en sus dos variantes:

- La figura 1a muestra el dispositivo en el que la zona de medida está por debajo del nivel del carril, estando el sistema de luz láser y la pantalla situados por debajo del mismo. El acceso a la zona de medida (L) se realiza a través de carril acunado.
- La figura 1b muestra el dispositivo en el que la zona de medida está al mismo nivel que el carril, estando el sistema de luz láser y la pantalla alojados en un mecanismo que se adapta al paso de la rueda, recuperando la posición de medida una vez la rueda ha pasado.

- La figura 2 muestra la rodadura de la rueda por carril antes y después de entrar en la zona de toma de medidas (L) para la variante de la figura 1a; asimismo, muestra la pantalla donde se proyectan las imágenes del perfil de rodadura.

- La figura 3 muestra esquemáticamente cómo son las imágenes obtenidas por el dispositivo, a través de las cuales se obtienen los valores de ovalización, alabeo, planos y parámetros de rodadura.

Descripción detallada de la invención

Haciendo referencia a la figura 1a, se observa en ella un bogie B con ruedas (1) a medir que circula por un carril de rodadura (2), realizando su centrado mediante un contracarril (3) (figura 2). Dicho contracarril además centra las ruedas durante el proceso de medida. Un haz de luz láser colimado, procedente de un sistema de luz láser (6), ilumina la pestaña y el perfil de rodadura mientras la rueda atraviesa la zona de medida (L). La sombra del contorno es proyectada sobre una pantalla (4) y las imágenes generadas durante el avance de la rueda son capturadas por una cámara de vídeo (5), digitalizadas en un sistema de visión artificial (9) y transmitidas en tiempo real a un ordenador (10). La imagen proyectada en la pantalla (4) no resulta nítida debido a la difracción de la luz, por lo que el sistema de visión artificial utiliza algoritmos matemáticos adecuados que incluyen la compensación de la difracción y de los defectos ópticos potenciales, para realizar la extracción del perfil con alta resolución (subpixel), que se mantiene invariante independientemente de la distancia instantánea entre la rueda y la pantalla. La captura de imágenes se activa y desactiva a través de sensores ópticos (7) de posición de la rueda. Un primer sensor de rueda (7) indica al dispositivo de medida, a través de un sistema de control (8), que la primera rueda está entrando en la zona de medida, de manera que un segundo sensor (7) activa la captura de imágenes. Conocido el tiempo transcurrido entre la activación del primer y el segundo sensor, el sistema de control (8) calcula la velocidad a la que el tren marcha. La entrada de una segunda rueda en la zona de medida desactivará la captura de

imágenes en la primera, que no se volverá a activar hasta que esta primera rueda no haya abandonado dicha zona, de manera que se asegura que la toma de medidas se realice únicamente mientras hay una sola rueda en la zona de medida.

El número total de imágenes capturadas por rueda es independiente de la velocidad del tren, ya que el sistema de control (8) calcula el número de imágenes por segundo que debe enviar la cámara (5) al sistema de visión artificial (9) en función de la velocidad del tren, conocida a la entrada a la zona de medida. El sistema de visión artificial (9) calcula, a partir de las imágenes obtenidas y tras compensar los efectos de la difracción utilizando algoritmos matemáticos adecuados, los parámetros necesarios para la obtención de la ovalización, el alabeo, los planos y los parámetros de rodadura de grueso y altura de pestaña, qR, distancia entre caras internas, diámetro de rueda y otros parámetros medidos a partir del perfil de rueda, ya que se obtienen reproducciones de dichos perfiles como los que se detallan en la figura 3. Los valores e imágenes obtenidos son enviados a un ordenador (10) donde se mostrarán y almacenarán los resultados. Al menos una de las imágenes obtenidas se almacena también en dicho ordenador, de manera que se pueda comparar el perfil obtenido con otros perfiles patrón e incluso con perfiles guardado anteriormente de la misma rueda. Asimismo, dicho ordenador puede estar conectado a otros equipos de medida (11), como, por ejemplo, un equipo de detección automática de defectos en ruedas, un equipo de medida de la diferencia de diámetros entre las ruedas de un mismo eje, etc., intercambiando datos con dichos equipos.

Salvo el ordenador (10), que es común a los dos lados del carril, los demás elementos del dispositivo se repiten de forma simétrica para la rueda opuesta.

La zona de medida (L) corresponderá a la longitud del desarrollo de la rueda de mayor diámetro a medir.

La figura 1b muestra una variación al dispositivo descrito en la que la pantalla (4) y el sistema de luz láser colimado (6) están alojados en un mecanismo capaz de adaptarse a la vía al paso de cada rueda, recuperando la posición de medida una vez que la rueda ha pasado. Aparte de esta variación, el resto del funcionamiento es básicamente el mismo que ya se ha descrito.

Haciendo referencia a la figura 2, que alude al dispositivo de la figura 1a, pero vista desde la dirección de la marcha, se observa en ésta el carril (2), la rueda (1) en dos posiciones, posición 1 (arriba) antes de la entrada a la zona de medida (L) y posición 1' en la que la rueda ha bajado y entrado en dicha zona. El centrado se realiza en ambas zonas mediante un contracarril (3), manteniendo la rueda en posición durante el proceso de medida. Asimismo, se observa en la figura 2 la pantalla (4) sobre la que se refleja de forma continua la imagen del borde inferior de la banda de rodadura.

La ovalización se mide como la diferencia entre la máxima y la mínima altura de la pestaña, basándose en que la circunferencia de la pestaña no se ovala, por lo cual al ovalarse la banda de

rodadura se producen variaciones de la altura de la pestaña a lo largo del desarrollo de la rueda. De esta manera, para el cálculo de la ovalización se tomarán tres puntos sobre el perfil de la rueda. Dichos puntos se elegirán como puntos de análisis a partir de sus distancias a la cara interna de la rueda. Es normal que uno de esos puntos esté situado a 70 mm de la cara interna.

El sistema de visión artificial mide, a partir de cada imagen obtenida, la distancia vertical h entre cada punto de análisis y la pestaña, obteniéndose las medidas h_1 , h_2 y h_3 para diversos puntos del desarrollo de la rueda. Estas medidas aparecen ilustradas en la figura 3. La ovalización de los tres círculos de rodadura c_1 , c_2 y c_3 , correspondientes a los tres puntos de medida se obtiene como la diferencia entre los valores máximos y mínimos de la distancia h obtenidos en cada punto de análisis.

$$o_i = h_{imáx} - h_{imín}$$

El alabeo se calcula a partir de la distancia horizontal d entre la cara interna de cada rueda a una altura determinada y el límite más próximo de la pantalla. Para cada imagen se calcula la suma de dichas distancias d ($d_1 + d_2$), obteniéndose el alabeo como la diferencia entre el máximo y el mínimo de dichas sumas.

$$a = (d_{i1} + d_{2i})_{máx} - (d_{i1} + d_{2i})_{mín}$$

La distancia entre caras internas (DCI) se calcula para cada imagen como la suma de los anteriores valores d para cada rueda más el valor de la distancia a entre pantallas. La media de dichos valores se tomará como valor de distancia

entre caras internas.

$$DCI = \frac{\sum_{i=1}^n (d_{1i} + a + d_{2i})}{n}$$

Los parámetros de rodadura de grueso y altura de pestaña y qR son medidos directamente sobre una o varias imágenes según se desee. En el caso de usar varias imágenes se calcularían las medias de los valores medidos.

El diámetro de la rueda se calcula a partir de los valores de diámetro medio D , y altura de pestaña h medidos en el último mecanizado. Se toma el valor de dicho diámetro, se le suma dos veces la altura de pestaña del último mecanizado y se resta dos veces la altura obtenida como valor medio de los valores medidos por el dispositivo. El diámetro actual de la rueda será:

$$D_{ma} = D_m + 2h - 2 \frac{\sum_{i=1}^n h_{2i}}{n}$$

donde se ha supuesto que el punto 2 siempre se mide a 70 de la cara interna.

Mediante la adquisición de un número elevado de imágenes, el dispositivo es capaz de detectar defectos sobre la superficie, como son los planos.

Aunque en lo que antecede se han recogido las características consideradas como esenciales para la presente invención, se comprenderá que esta última es susceptible de variaciones y modificaciones que se les ocurrirán a los expertos en la materia. Por este motivo, se pretende que el alcance de la invención quede limitado únicamente por el contenido de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de medida de la ovalización, alabeo, planos y parámetros de rodadura de ruedas ferroviarias utilizando visión artificial, **caracterizado** porque comprende por cada lado de la vía ferroviaria una zona de medida (L); un carril de rodadura (2) por el que se hace pasar la rueda a medir (1) a velocidad en torno a 10 km/h; un contracarril (3) para centrar dicha rueda (1) durante el proceso de medida; un haz de luz láser colimado procedente de un sistema de luz láser (6), que ilumina la pestaña y el perfil de rodadura mientras la rueda (1) atraviesa la zona de medida; una pantalla (4) sobre la que se proyecta la sombra del contorno; una cámara de vídeo (5) para capturar y transmitir las imágenes proyectadas sobre la pantalla; un sistema de visión artificial (9) conectado a la cámara de vídeo que digitaliza y procesa las imágenes recibidas, obteniendo los parámetros a medir de ovalización, alabeo, planos y parámetros de rodadura; un ordenador (10) conectado al sistema de visión artificial que muestra los valores obtenidos y almacena las imágenes capturadas; unos sensores ópticos de posición de rueda (7) que detectan la presencia de rueda y activan y desactivan la captura de imágenes; y un sistema de control (8) que gobierna los sensores (7).

2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** por el uso de algoritmos matemáticos adecuados que incluyen la compensación de la difracción y de los defectos ópticos potenciales de manera que se realice la extracción del perfil con alta resolución independientemente de la distancia instantánea entre la rueda y la pantalla.

3. Dispositivo según las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado** porque el sistema de control (8) calcula la velocidad del vehículo a partir del tiempo transcurrido entre la activación de un sensor (7) y su siguiente consecutivo.

4. Dispositivo según las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el sistema de control (8) calcula el número total de imágenes que la cámara de vídeo (5) debe capturar y enviar por segundo al sistema de visión artificial (9) en función de la velocidad del tren, de manera que el número de imágenes procesadas para cada rueda

sea el mismo en todos los casos, independientemente de la velocidad.

5. Dispositivo según las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el sistema de visión artificial (9) está diseñado para procesar al menos 50 imágenes por rueda.

6. Dispositivo según las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el sistema de control (8) manda a la cámara de vídeo (5) que capture imágenes únicamente cuando hay una sola rueda en la zona de medida (L).

7. Dispositivo según las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el ordenador (10) está conectado a otras instalaciones de medida (11), de manera que dicho ordenador (10) procesa todos los datos obtenidos por las diferentes instalaciones.

8. Dispositivo según las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque la zona de medida está unos milímetros por debajo del nivel del carril de rodadura (2), de manera que la pantalla (4) y el sistema de luz láser colimado (6) están alojados debajo de dicho carril, accediendo la rueda a la zona de medida a través de un carril acunado.

9. Dispositivo según las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada** porque la zona de medida se encuentra al mismo nivel que el carril de rodadura (2), de manera que la pantalla (4) y el sistema de luz láser colimado (6) están alojados en un mecanismo capaz de adaptarse al carril de rodadura al paso del tren, recuperando la posición de medida una vez la rueda ha pasado.

10. Procedimiento de medida de la ovalización, alabeo, planos y parámetros de rodadura de ruedas ferroviarias en el que se utiliza un dispositivo según las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el dispositivo de medida se activa con unos sensores ópticos de posición de la rueda (7); se proyecta sobre la rueda (1) un haz de luz colimada desde un sistema de luz láser (6) de manera que dicha luz ilumina constantemente la pestaña y la banda de rodadura mientras la rueda atraviesa la zona de medida; obteniéndose imágenes que se proyectan sobre una pantalla (4) y se capturan con una cámara de vídeo (5), procesándose dichas imágenes en un sistema de visión artificial (9) y presentando los resultados obtenidos en un ordenador (10).

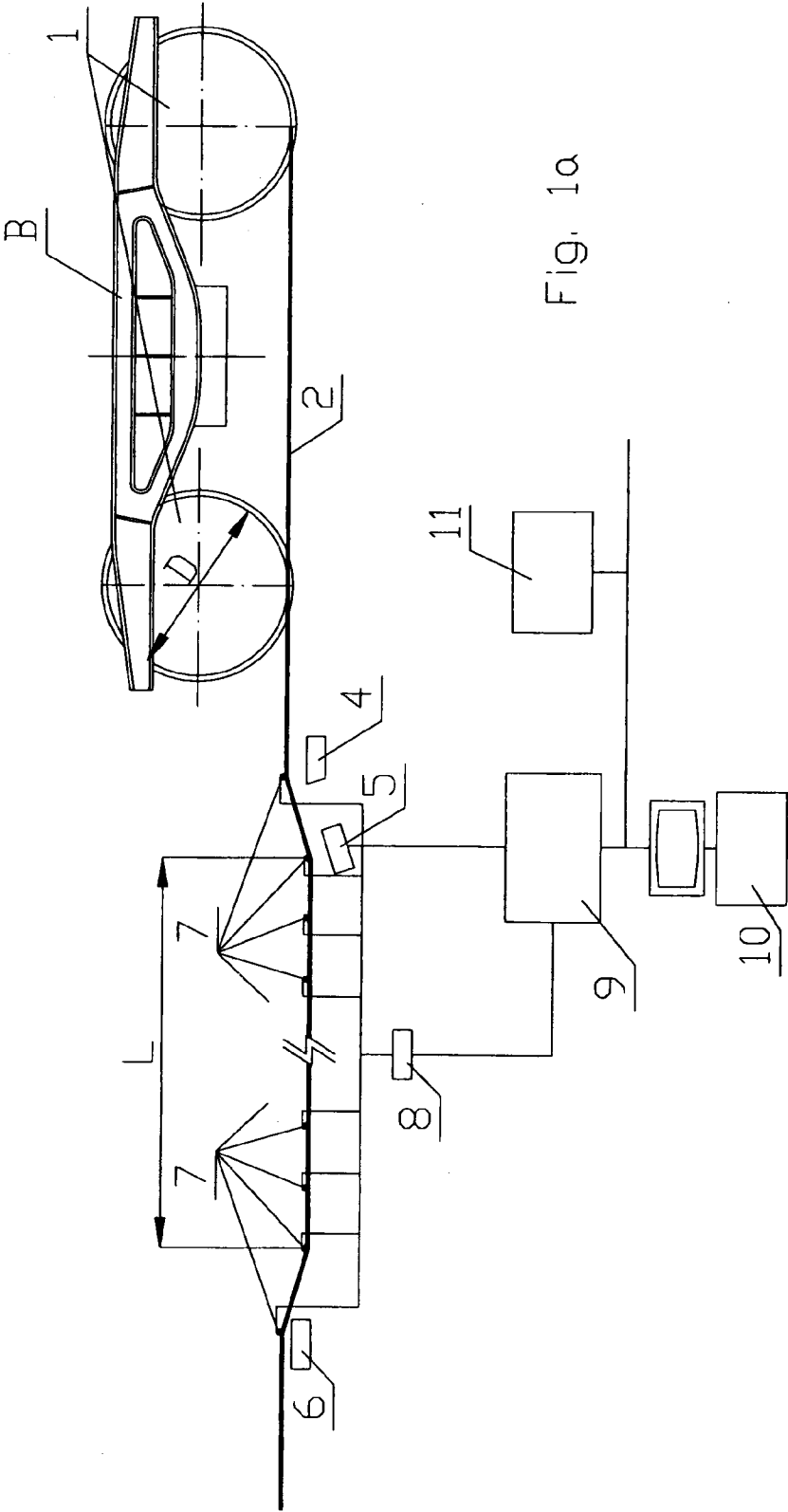


Fig. 1a

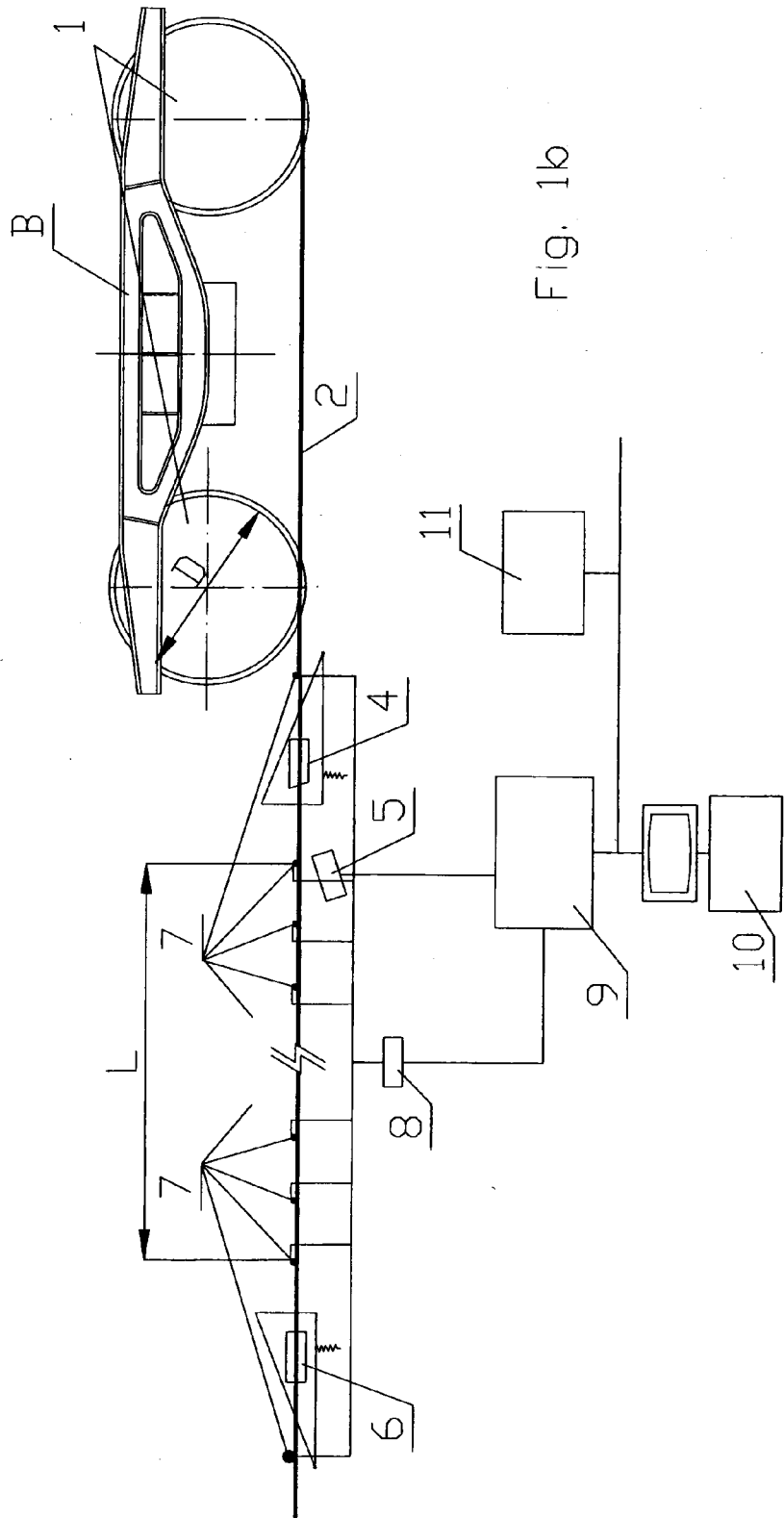


Fig. 1b

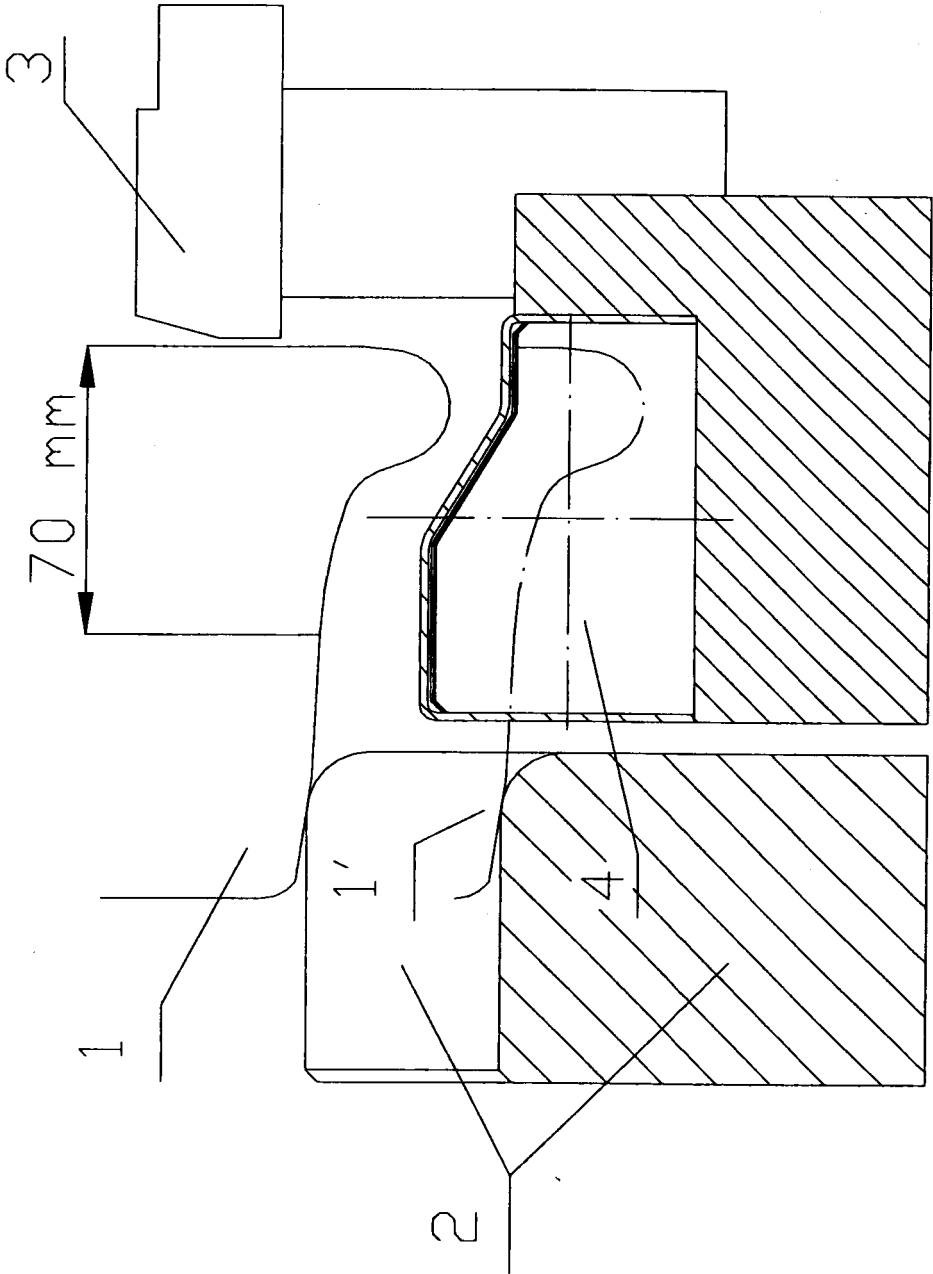


Fig. 2

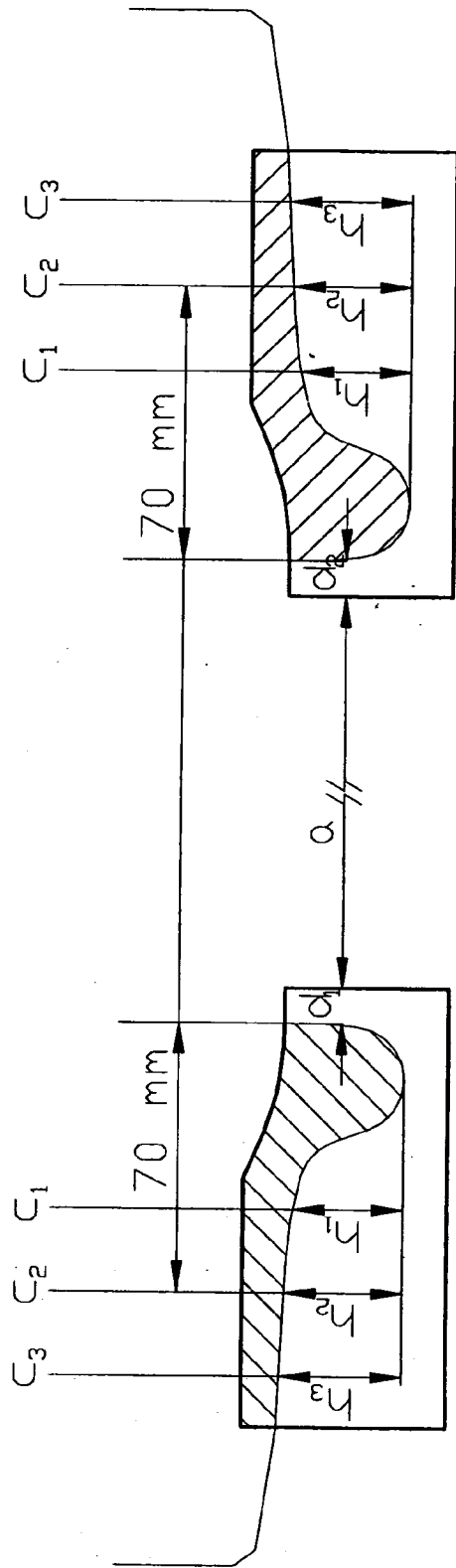


Fig. 3



INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤ Int. Cl.⁷: G01B 11/24, B61K 9/12, G01M 17/10

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X A	ES 2122876 B1 (PATENTES TALGO S.A.) 16.12.1998, todo el documento.	1,10 2,5,6,9
X A	EP 0985904 A (PATENTES TALGO, S.A.) 15.03.2000, todo el documento.	1,10 5,9
X A	ES 2077063 T3 (CALTRONIC A S) 16.11.1995, todo el documento.	1,2 6-9
X A	US 4798964 A (SCHMALFUSS et al.) 17.01.1989, columna 4, línea 5 - columna 6, línea 65; columna 11, línea 44 - columna 12, línea 58; figuras 1-4,6,7.	1 2,3,6,8,10
A	US 5936737 A (NAUMANN) 10.08.1999, columna 2, línea 26 - columna 4, línea 5; columna 5, líneas 28-37; figuras 1-5,8,10.	1,3,8,9
A	JP 05-052536 A (TOSHIBA CORP) 02.03.1993, resumen; figura. Extraída de EPODOC DATABASE.	

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 n.º:

Fecha de realización del informe

24.02.2003

Examinador

P. Pérez Fernández

Página

1/1