



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 222 776**

⑫ Número de solicitud: 200200445

⑬ Int. Cl.

G01L 17/00 (2006.01)

G01M 17/02 (2006.01)

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

⑫ Fecha de presentación: **25.02.2002**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **01.02.2005**

Fecha de la concesión: **22.12.2005**

Fecha de modificación de las reivindicaciones:
30.11.2005

⑮ Fecha de anuncio de la concesión: **16.01.2006**

⑯ Fecha de publicación del folleto de la patente:
16.01.2006

⑰ Titular/es: **Universidad de Málaga**
Plaza de El Ejido, s/n
29071 Málaga, ES

⑱ Inventor/es: **Pérez de la Blanca, Ana;**
Simón Mata, Antonio;
Castillo Aguilar, Juan;
Prado Novoa, María;
García Vacas, Francisco y
Guerra Fernández, Antonio

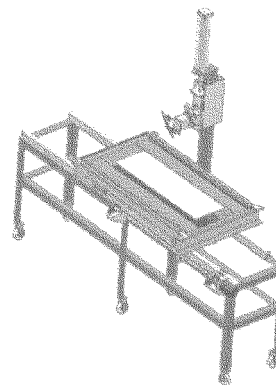
⑲ Agente: **No consta**

⑳ Título: **Sistema medidor de la distribución de presiones normales y de la geometría del contacto en la huella de contacto de neumáticos con su pista de rodadura.**

㉑ Resumen:

Sistema medidor de la distribución de presiones normales y de la geometría del contacto en la huella de contacto de neumáticos con su pista de rodadura.

El sistema comprende una estructura soporte a modo de mesa sobre la que se instalan el resto de dispositivos. Sobre la mesa se dispone el marco soporte en el que se apoyará una plancha de cristal sobre la que rodará el neumático. Entre el neumático y la plancha de cristal se coloca una lámina de material plástico ajustado a las características del ensayo a realizar. El neumático es cargado mediante un sistema cilindro-pistón. El resto de dispositivos necesarios incluyen un motor eléctrico y guías de rodadura lineal para dotar al marco soporte de desplazamiento lineal así como tubos fluorescentes para la iluminación de las planchas de cristal y todo el sistema de adquisición de imágenes.



ES 2 222 776 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

DESCRIPCIÓN

Sistema medidor de la distribución de presiones normales y de la geometría del contacto en la huella de contacto de neumáticos con su pista de rodadura.

La presente invención se refiere a un sistema medidor de la distribución de presiones normales y de la geometría del contacto en la huella de neumáticos con su pista de rodadura.

El sistema permite la obtención de la distribución de presiones normales y de la geometría del contacto en la huella de un neumático con su pista de rodadura bajo diferentes niveles de carga, distintos ángulos de caída y diferentes presiones de inflado del neumático. El sistema permite adquirir imágenes de la huella del contacto mediante una cámara de vídeo. El procesamiento de cada imagen mediante un software de diseño propio permite determinar la presión en el contacto representativa de cada uno de los pixels de la imagen. Parte fundamental es la adecuada calibración del sistema, necesaria para establecer la relación entre el nivel de gris de la imagen y la presión actuante.

Antecedentes de la invención

Existe un interés creciente en los campos del diseño de neumáticos y la dinámica de vehículos por obtener datos precisos de las huellas de los distintos neumáticos con su pista de rodadura y las correspondientes distribuciones de presión de contacto en diversas condiciones de maniobra. Estos datos sirven para la determinación de la vida en servicio de un neumático y para comprobar la bondad de ajuste de las simplificaciones utilizadas en los distintos modelos matemáticos al uso y, en su caso, buscar otros modelos que conduzcan a una mejor aproximación.

Las técnicas más empleadas en este sentido están basadas en dos tecnologías claramente diferenciadas:

- Sistemas basados en un vástago instrumentalizado con galgas de presión piezorresistivas o piezoeléctricas.
- Sensores basados en fenómenos ópticos.

Existe gran cantidad de estudios basados en el primero de los puntos anteriores. En todos ellos se obtiene el valor de la presión en un reducido número de puntos discretos de la zona de contacto, extrapolando en algunos casos para obtener un mapa aproximado de presiones. Para ello se utilizan galgas de presión que permiten obtener la presión normal en puntos discretos de la huella mediante un barrido de la misma. También se han utilizado sensores triaxiales con los que se obtienen, además de las presiones normales, las tangenciales y longitudinales, igualmente en puntos discretos.

Las limitaciones de este tipo de tecnología se refieren en primer lugar al alto coste de los sensores, unido al hecho de que para obtener un mapa representativo se necesitan un gran número de sensores. En segundo lugar, sólo se obtienen las presiones en puntos discretos de la huella, siendo necesario recurrir a métodos matemáticos para estimar que sucede entre los puntos de medición. Por ello su aplicación se encuentra limitada a neumáticos de dibujo muy simplificado y mediciones con un número reducido de puntos de la huella.

Explicación de la invención

El método desarrollado en la presente invención se encuadraría dentro de la segunda tecnología explicada anteriormente, es decir la de los sensores basados en fenómenos ópticos, utilizando como principio físico el fenómeno de la frustración de la reflexión interna total de la luz. Mediante esta invención se resuelve la falta de continuidad en la medición de presiones en la huella de contacto del neumático. Se consigue una alta resolución y, gracias al método de adquisición de las imágenes y la calibración, que cada pixel de una imagen represente el nivel de presión normal en ese punto con una gran precisión.

En el proceso de creación de la invención se ha desarrollado la instrumentación y la metodología de ensayo para la medida de la distribución de presiones normales y de la geometría de contacto en la huella rueda-suelo. Para ello se ha construido un banco de ensayos basado en el fenómeno óptico de refracción interna total frustrada. Se ha seleccionado el material de entrefase más adecuado para la realización de los ensayos sobre el banco, atendiendo fundamentalmente a consideraciones ópticas y mecánicas. Por último se ha desarrollado el controlador del banco y el sistema informático necesario para la obtención rápida y automática de ese mapa de presiones, permitiendo operaciones de registro, análisis, visualización y manipulación de los datos obtenidos por el sistema de adquisición de imágenes.

El banco de ensayo de neumáticos desarrollado permite obtener el mapa de presiones normales en la huella de contacto para neumáticos comerciales estándar con carga vertical máxima de 800 Kg, en condiciones estáticas y de rodadura a baja velocidades con ángulos de caída variables. Para ello, el banco está dotado de un sistema de medida basado en el fenómeno óptico de la reflexión interna total frustrada e incorpora técnicas avanzadas de digitalización y tratamiento de imágenes, obteniéndose al mismo tiempo la forma y tamaño real de la zona de contacto, y el mapa continuo de presiones en la huella con asociación total al dibujo del neumático. La correcta calibración del sistema es fundamental para la fiabilidad y repetibilidad de las medidas cuantitativas que se obtienen.

La instrumentación, basada en el fenómeno óptico de la reflexión interna total frustrada, consta de un cristal resistente, capaz de soportar las tensiones elevadas que aparecerán en la huella, montado sobre un bastidor de perfiles de acero. Una luz blanca es emitida lateralmente, de tal forma que se refleje totalmente de forma interna en el cristal. Se utiliza además una entrefase, constituida por un material plástico o polimérico de textura y rigidez adecuadas al rango de presiones que se pretende medir. El neumático se coloca sobre la entrefase, estando ésta apoyada sobre el cristal. Al aplicar a través de la rueda una presión sobre la entrefase, se rompe la reflexión interna total en los puntos donde, debido a la textura del material, aparece contacto con el cristal.

Observando el cristal desde el lado opuesto de la entrefase, se aprecia una imagen de puntos en los que el brillo es proporcional a la presión aplicada. Una cámara de vídeo recoge la imagen que se forma en el cristal. Esa imagen se pasa a una tarjeta digitalizadora que la archiva en un disco duro de ordenador con formato especial de vídeo. Posteriormente es transformada en un mapa de bits en escala de grises en el que cada uno de los 255 niveles de gris está relacionado con una intensidad de brillo y por tanto con un nivel de presión. De esta manera mediante procesamiento de la imagen se determina la distribución de presiones que se produce en la huella y la forma exacta de la misma. La rigidez de la entrefase es la que determina el nivel de brillo obtenido en los puntos de contacto. Por tanto, si ésta se elige de forma conveniente, se pueden obtener con el máximo detalle mapas de presiones continuos asociados a huellas de neumáticos.

El fenómeno de la frustración de la reflexión interna total de la luz establece que cuando la luz viaja en un medio y se aproxima a la interfase con otro medio que tiene diferente índice de refracción, siendo ópticamente menos denso que el primero, para que la luz salga de éste, el ángulo de incidencia deberá ser menor que uno crítico γ_c . Para un ángulo de incidencia superior al crítico, la luz queda atrapada dentro del medio más denso, y se reflejará de forma indefinida dentro del mismo. Si a continuación se coloca un tercer medio de mayor densidad óptica (una delgada lámina de plástico) en contacto con el cristal, el ángulo crítico de esta nueva interfase γ_c' es mayor que γ_c , por lo que la luz que se reflejaba internamente con un ángulo γ entre γ_c y γ_c' ahora puede salir, frustrándose la reflexión interna total. Así, en los puntos de contacto plástico-cristal se produce un punto brillante que puede ser observado desde el lado opuesto del cristal.

Al presionar sobre la parte superior del plástico, éste se verá forzado a entrar en un contacto más íntimo con el cristal, y el tamaño de ese contacto dependerá a su vez de la presión aplicada. A medida que la presión aumente, mayor será la deformación del plástico y mayor será la zona de contacto, así como mayor será el número de zonas donde ese contacto sigue apareciendo, por lo que existirán más lugares donde la frustración de la reflexión interna se producirá.

De esta forma, cuando se observe desde debajo del cristal podrá comprobarse como el brillo se hace cada vez mayor con el aumento de la presión. Este proceso continua hasta que se alcanza la saturación del material de entrefase dada por un nivel de gris equivalente al color blanco.

La presente invención pretende contribuir a solventar las lagunas existentes en los métodos de determinación de presiones desarrollando la instrumentación necesaria para registrar la evolución de las tensiones normales y tangenciales en el contacto rueda-suelo en diversas maniobras con distintos parámetros operativos (velocidad, aceleración, carga vertical, adherencia, ángulo de caída y presión de inflado). Se obtendrá un mapa continuo de presiones normales en la huella en maniobras de bajas exigencias dinámicas, concretamente de velocidades y aceleraciones reducidas. Esto permitirá analizar la influencia del dibujo en la configuración de la distribución de tensiones normales, de cara a estudios de desgaste, evacuación de agua, distribución de adherencia...

Explicación de los dibujos

• Figura 1

Esquema general del Sistema Medidor de la Distribución de Presiones Normales y de la Geometría del Contacto en la Huella de Neumáticos con su Pista de rodadura objeto de la invención

• Figura 2

Fenómeno de la frustración interna total

• Figura 3

Brazo

Brazo en el cual está instalado el buje universal y mediante el que se transmite el ángulo de caída y deriva a la rueda.

• Figura 4

Estructura soporte del brazo

Estructura sobre la que se monta el brazo, la cual está ubicada en uno de los laterales de la mesa de apoyo.

• Figura 5

Esquema general del Sistema de medida

5 Esquema del sistema de medida de presiones normales donde se pueden ver los reflectores, fluorescentes, cristales de apoyo, plástico y cámara.

• Figura 6

10 *Piezas de calibración*

Piezas de calibración según las dos formas descritas anteriormente.

• Figuras 7

15 *Marco soporte*

Marco soporte dónde están instalados el cristal que sirve también de pista de rodadura, los reflectores, los fluorescentes y el plástico interfase.

20 • Figuras 8

Mesa de apoyo

25 Estructura sobre la que soportan el resto de los componentes de la invención, está dotada de ruedas para facilitar su movilidad. En ella se pueden observar el husillo de bolas y las guías de rodadura lineal, que permiten el desplazamiento longitudinal del marco soporte.

30 • Figura 9

Husillo de bolas

Husillo encargado de transformar el movimiento de rotación del motor en movimiento lineal.

35 • Figura 10 y 11

Ejemplo de funcionamiento de pieza de calibración

Principio de funcionamiento de las piezas de calibración.

40 **Descripcion detallada**

En el proceso de creación de la presente invención se ha desarrollado la instrumentación y la metodología de ensayo para la medida de la distribución de presiones normales y de la geometría de contacto en la huella rueda-suelo. Para ello se ha construido un banco de ensayos según figura 1 basado en el fenómeno óptico de refracción interna total frustrada (este fenómeno se muestra en la figura 2). Se ha seleccionado el material de entrefase más adecuado para la realización de los ensayos sobre el banco, atendiendo fundamentalmente a consideraciones ópticas y mecánicas. Por último se ha desarrollado el controlador del banco y el sistema informático necesario para la obtención rápida y automática de ese mapa de presiones, permitiendo operaciones de registro, análisis, visualización y manipulación de los datos obtenidos por el sistema de adquisición de imágenes.

55 A continuación se describen detalladamente, como un modo de realización preferida de la invención, los elementos del banco de ensayos desarrollado para el sistema medidor de presiones de neumáticos objeto de la presente invención y los pasos a seguir para su utilización, tanto el procedimiento de calibración del sistema de medidas como el procedimiento de medición.

Banco de ensayos

El banco de ensayos desarrollado consta fundamentalmente de:

- 60
1. *Un sistema de carga y control* de los parámetros de funcionamiento del neumático. La carga se realiza mediante pistón neumático (9), los ángulos de caída y deriva se mantienen constantes durante cada medición gracias al brazo (8).
 - 65 2. *Un sistema de medida de presiones normales* basado en el método óptico de la frustración de la reflexión interna total.

ES 2 222 776 B1

3. *Un sistema de calibración* del sistema de medida de presiones normales que permita llevar a cabo una correcta correlación entre nivel de gris y la presión en cada punto de la imagen digitalizada.
4. Un *marco soporte (5)*, sobre el que se apoyará parte del sistema de medida de presiones normales.
5. *Sistema tractor* encargado de transmitir el movimiento al marco soporte (5).
6. Una *estructura rígida o mesa de apoyo (1)* que soporta todos los componentes anteriores.

A continuación se describirá de forma más detallada cada uno de los componentes del banco de ensayos:

1. *Sistema de carga y control*

Este sistema permite realizar la carga del neumático de forma controlada, pudiendo introducirse infinidad de valores de fuerza sobre el neumático. El control de la fuerza aplicada sobre el neumático permite realizar fácilmente el proceso de carga-descarga, de forma totalmente fiable.

El sistema de carga y control está formado por los siguientes componentes:

- 1.1 Compresor
- 1.2 Filtro antihumedad
- 1.3 Multiplicador de presión
- 1.4 Válvula solenoide
- 1.5 Válvula solenoide doble
- 1.6 Regulador de presión
- 1.7 Cilindro-pistón (9)
- 1.8 Brazo (8)
- 1.9 Buje universal
- 1.10 Estructura soporte (7)
- 1.11 Tarjeta de salidaentrada analógico-digital
- 1.12 Ordenador
- 1.13 Fuentes de alimentación
- 1.14 Tubos de conexión.

El brazo (8) es la estructura encargada de transmitir la fuerza proveniente del cilindro-pistón (9) al neumático. A su vez sirve de soporte para el buje universal y el neumático. Gracias a su diseño se consigue transmitir al neumático los ángulos de caída y deriva, como se puede ver en la figura 3. El conjunto formado por la estructura soporte (7), el brazo (8) y cilindro-pistón (9) puede verse en la figura 4.

2. *Sistema de medida de presiones normales*

El sistema de medida de presiones normales consta de:

- 2.1 Placa de cristal (6)
- 2.2 Tubos estándar de luz blanca fluorescente (10)
- 2.3 Reflectores (11)
- 2.4 Una lámina polimérica (12)
- 2.5 Una cámara CCD monocroma.
- 2.6 Una tarjeta digitalizadora

2.7 Software de diseño propio

2.1 Placa de cristal (6)

5 Una placa de cristal (6) 1250x590 mm² que hace las veces de pista de rodadura, la cual está iluminada por sus dos bordes paralelos a la dirección del movimiento de forma que la luz se refleja internamente en condiciones de reflexión total. El cristal debe soportar una carga de diseño de 800 kg, por lo que se ha utilizado un cristal de seguridad de 24 mm, cuyas propiedades ópticas van a influir directamente en la calibración del sistema.

10 2.2 Tubos estándar de luz blanca fluorescente (10)

La iluminación se realiza mediante dos tubos estándar de luz blanca fluorescente (10).

15 2.3 Reflectores (11)

Para asegurar que entre el máximo de luz al cristal (6), se disponen dos reflectores (11) apantallando a los tubos (10), fabricados en acero inoxidable, con el interior pulido para facilitar la reflexión de la luz y con la curvatura apropiada para dirigirla hacia el cristal (6), según puede verse en la figura 5.

20 2.4 Una lámina polimérica (12)

Una lámina polimérica (12) que se sitúa sobre el cristal (6) y sobre la que se apoyará el neumático. Al ejercer una presión sobre ésta, en cada punto de contacto con el cristal (6) se rompe la reflexión interna total de la luz atrapada en él produciéndose un punto brillante. De esta forma, para la totalidad de la huella neumático-pista se obtiene una imagen brillante. Como la cantidad de luz refractada en cada punto de contacto depende de la presión aplicada en el punto y de la textura del plástico utilizado, según ha sido descrito por BETTS AND DUCKWORTH(1978), con una calibración adecuada se obtiene una relación brillo-presión. El material, espesor y textura mas adecuados para la lámina polimérica (12) utilizada dependerán del rango de presiones de trabajo en cada caso.

30 2.5 Una cámara CCD monocroma

Una cámara CCD monocroma de enfoque manual que recoge la imagen brillante obtenida.

35 2.6 Una tarjeta digitalizadora

Una tarjeta digitalizadora de resolución 752x576 pixels con la que se recoge la señal analógica procedente de la cámara y se transforma en un mapa de bits.

40 2.7 Software de diseño propio

Un software de diseño propio, el *MapPres*, que mediante tratamiento de las imágenes obtenidas permite realizar tanto la calibración como la obtención de los mapas de presiones. Programado en Delphi, es un software intuitivo que permite trabajar en entorno Windows y con el que se van a poder obtener todos los valores asociados a la huella (área, tamaño, valores puntuales de presión, centro de presiones,...), así como diferentes representaciones bidimensionales y tridimensionales, mapas isobáricos y perfiles longitudinales.

3. Sistema de calibración

50 El sistema de calibración permite aplicar a una pequeña área de la entrefase un nivel de presión conocido, realizado esta operación de forma repetida y gracias al procesamiento de las señales obtenidas se consigue relacionar la presión aplicada con un nivel de medio de gris, pudiendo cuantificarse también la dispersión de la medida. Está compuesto por:

55 3.1 Piezas de calibración

3.2 Tubos de conexión

3.1 Piezas de calibración

60 Son dos piezas cuya apariencia se muestran en la figura 6. La presión se aplica introduciendo en las piezas aire a presión conocida y controlada mediante el regulador. De esta forma se consigue una distribución de presión constante en toda la zona de calibración. La primera de las dos piezas permite aplicar la presión en una pequeña área circular. El nivel medio de gris en la zona se corresponde con la presión aplicada. La segunda de las piezas permite estudiar la variación del nivel de gris en una dirección para una presión aplicada constante con el objetivo de introducir correcciones direccionales a la medida.

4. Marco soporte (5)

Es un marco de hierro (5) sobre el que se apoyarán los reflectores (11), los tubos fluorescentes (10) y la pista de rodadura según se observa en las figuras 5 y 6, formada por un cristal (6) de alta resistencia descrito en el apartado 2. Está dotado de movimiento lineal a baja velocidad mediante un husillo de bolas (3) de precisión movido por un motor de corriente continua (2). Su forma permite la perfecta colocación de los tubos fluorescentes (10), y ha sido calculado para que su deformación sea despreciable con el fin de preservar la integridad del cristal (6). Será la parte móvil del conjunto.

5. Sistema tractor

Encargado de transmitir un desplazamiento controlado al marco soporte (5), siendo necesario para realizar ensayos a baja velocidad y aceleración. Está compuesto por:

5.1 Guías de rodadura lineal (4)

5.2 Rodamientos lineales (13)

5.3 Husillo de bolas (3)

5.4 Motor eléctrico (2)

5.5 Autómata programable

5.1 Guías de rodadura lineal (4)

Serán instaladas sobre la mesa de apoyo (1) para permitir el desplazamiento horizontal del marco soporte según la figura 7.

5.2 Rodamientos lineales

Serán instalados en el marco soporte (5) para permitir su desplazamiento a lo largo de las guías (4).

5.3 Husillo de bolas (3)

Encargado de transmitir el movimiento del motor (2) y transformar todas las magnitudes de rotación en magnitudes lineales según las figuras 8 y 9. El carro del husillo irá acoplado al marco soporte (5), haciendo que éste se desplace sobre las guías (4).

5.4 Motor eléctrico (2)

Suministrará el par necesario para que se pueda mover todo el sistema. Este par se transmitirá al marco soporte (5) en forma de fuerza longitudinal gracias al husillo de bolas (3). Su montaje se puede ver en la figura 8.

5.5 Autómata programable

Un autómata programable será el encargado de gestionar la operación del motor (2), siendo programadas las operaciones correspondientes a los ensayos a realizar.

6. Estructura rígida o mesa de apoyo (1)

Es el elemento estructural que sirve de soporte a todo el conjunto. Sobre ella se colocarán todos los demás componentes. Esta dotada de ruedas con freno (14) con el objeto de permitir el movimiento lateral de la estructura en determinados ensayos, así como la de facilitar el transporte de toda la estructura.

Calibración del sistema de medida

Mediante la calibración del sistema obtenemos la relación nivel de brillo-presión aplicada, necesaria para poder obtener datos cuantitativos de la presión existente en un punto. Esta calibración se compone de aspectos relativos a la distorsión en la imagen introducida por la curvatura de la lente de la cámara, la absorción de luz en el cristal, el nivel de brillo de referencia y el comportamiento del polímero elegido como entrefase en cuanto a sensibilidad, saturación e histéresis. Podemos agruparlos en:

a) *Calibración de la cámara.* Con este módulo se podrá obtener una relación directa entre “pixels” y milímetros, de tal forma que sea posible realizar operaciones de medida directa sobre la huella, ya sean distancias o áreas. De igual forma, se prevé la corrección de la distorsión introducida por la lente sobre la imagen.

b) *Calibración del material de interfase (12)*. Con esta opción se podrán obtener las diferentes correlaciones entre los niveles de gris de cada punto de la imagen y los valores de presión asociados, para diferentes materiales utilizados como interfase del sensor. Se incluye además una base de datos donde almacenar todos los materiales ensayados y sus parámetros característicos.

a) *Calibración de la cámara*

Este procedimiento es necesario tanto para corregir el efecto de distorsión por la aberración de las lentes que introduce la cámara como para obtener una relación entre cada "pixel" de la imagen y su correspondiente equivalencia en milímetros.

Para la calibración de la cámara se ajusta el zoom de la misma de tal forma que la huella de máximo tamaño que se vaya a tomar quede perfectamente enmarcada dentro de los límites de la imagen. A continuación se utiliza una rejilla patrón de forma que toda la huella también quede dentro de la misma. La rejilla está compuesta por celdas de dimensiones conocidas.

A continuación se toma con la cámara, ya en la posición definitiva, una imagen de la rejilla perfectamente colocada sobre el cristal (6). Esta imagen es posteriormente procesada por ordenador para corregir la distorsión introducida por la curvatura de la lente y obtener la relación pixel-milímetros buscada.

b) *Calibración del material de interfase (12)*

Mediante el proceso de calibración del material es posible obtener una relación directa entre los valores de nivel de gris de la imagen y los de presión. El resultado de este proceso es una serie de correlaciones y gráficas que determinan completamente el comportamiento del material.

Como se puede observar en las figuras 10 y 11, las piezas de calibración presentan una cavidad en su interior, la cual le va a permitir la entrada de aire a presión desde el compresor. Este aire, una vez llegado a la cámara, ejercerá igual presión sobre todas las paredes de la misma. Al estar la pieza apoyada sobre el plástico (12) a calibrar, éste junto al cristal (6) se convierten en la última de las paredes de la cavidad, por lo que sobre este conjunto también se aplicará la presión introducida por el compresor. De esta forma, se asegura la existencia de una presión uniforme sobre la zona de calibración. Esta cavidad quedará herméticamente cerrada con un anillo tórico de goma tal y como se muestra en la figura 11.

El rayo de luz que se muestra en la figura 11 verá frustrada su reflexión interna, así como todos los rayos que inciden dentro de la región circular proyectada en la figura. La imagen brillante que se obtiene será recogida por la cámara de vídeo, la cual permitirá digitalizar la imagen. El resultado tendrá la forma que también se adelantaba en la figura anterior, una imagen oscura con un anillo brillante confinando la región donde se va a aplicar la presión de calibración, cuyo brillo se verá incrementado de forma gradual a medida que la presión introducida en la cámara aumente.

Realizando aumentos de presión de forma progresiva y comenzando desde el valor nulo se obtienen una serie de imágenes características de cada uno de los valores de presión alcanzado. Para cada imagen, se aproxima dentro de la región de interés una distribución gaussiana con todos los niveles de gris presentes dentro de la misma, de tal forma que el nivel de gris medio de esta distribución es el que se toma como valor asociado a la presión aplicada para esa imagen. De esta forma se obtiene finalmente la calibración del material, ajustando los valores obtenidos a un polinomio de grado adecuado.

Si la imagen se obtuviese en total oscuridad, el nivel de brillo para presión nula en todos los puntos sería nulo. En otras condiciones de iluminación este valor de brillo será diferente. Por ello para cada medición es necesario establecer el nivel de brillo correspondiente a presión nula antes de utilizar la curva de calibración del material.

Procedimiento de medición

Para la obtención de los niveles de presión en la huella de contacto de un neumático se procederá según los siguientes pasos:

1. Montaje del neumático.
2. Selección del nivel de carga.
3. Obtención de la imagen con la cámara.
4. Digitalización de la imagen.
5. Procesado de la imagen.

1. Montaje del neumático

En esta operación se monta el neumático objeto de estudio en el buje universal instalado en el brazo (8). Una vez fijado de forma conveniente se ajustan los ángulos de caída y deriva deseados.

2. Selección del nivel de carga

Mediante el control sobre el regulador de presión podemos fijar el nivel de presión dentro del cilindro (9) y por tanto de la fuerza ejercida sobre el neumático.

3. Obtención de la imagen con la cámara

Con el neumático sometido a carga se obtiene la imagen con la cámara analógica de la parte inferior de la placa de cristal (6).

4. Digitalización de la imagen

La imagen obtenida de la cámara analógica se convierte a formato digital gracias a la tarjeta digitalizadora de imágenes, realizándose posteriormente su almacenamiento en el ordenador

5. Procesado de la imagen

A partir de los resultados obtenidos en la calibración del material empleado, que habrá sido realizada previamente, se obtiene una imagen real de la huella del neumático en la que el mapa de presiones se asocia directamente a la geometría del contacto en cada instante, mediante el software de diseño propio *MapPres* '98. Además, gracias a su potente módulo de representación tanto bidimensional como tridimensional se pueden obtener en dos y tres dimensiones, curvas isobáricas, perfiles longitudinales a lo largo de una dirección, y se podrá además obtener información dinámica de cada punto de la huella ya sean valores de presión o valores de distancias y áreas de contacto. Será posible también aplicar diversas técnicas de tratamiento de imágenes (aplicación de máscaras, etc.) para resaltar detalles de la huella de especial interés.

Aplicaciones

El interés por obtener la huella del neumático y su distribución de presiones se debe principalmente a dos motivos. Por un lado, se trata de ajustar la distribución de presiones mediante funciones matemáticas que puedan ser utilizadas como entrada en modelos de simulación dinámica de vehículos o modelos de comportamiento de neumáticos, encaminados a predecir el desgaste en distintas condiciones de funcionamiento. Por otra parte, la determinación de todos los parámetros de la huella, tales como el área de contacto, tamaño, mapa de presiones, comportamiento de los canales de evacuación, etc. resulta de gran ayuda en la optimización del diseño de un neumático en cada aplicación.

REIVINDICACIONES

1. Sistema medidor de la distribución de presiones normales y de la geometría del contacto en la huella de neumáticos con su pista de rodadura, basado en el fenómeno óptico de la frustración de la reflexión interna total de la luz, y **caracterizado** porque la fuerza proveniente del cilindro-pistón (9) se transmite al neumático mediante un brazo (8), que sirve de soporte a un buje universal que permite fijar el neumático y ajustar los ángulos de caída y deriva durante cada medición; porque mediante un control sobre el regulador de presión se puede fijar la carga o nivel de presión dentro del cilindro-pistón (9) y por tanto la fuerza ejercida sobre el neumático; y porque esencialmente comprende:
- un sistema de carga del neumático y de control de sus parámetros de funcionamiento que consta de los siguientes componentes:
 - compresor,
 - filtro antihumedad,
 - multiplicador de presión,
 - válvula solenoide,
 - válvula solenoide doble,
 - regulador de presión,
 - cilindro-pistón (9),
 - brazo (8),
 - buje universal,
 - estructura soporte (7),
 - tarjeta de salida/entrada analógico-digital,
 - ordenador,
 - fuentes de alimentación,
 - tubos de conexión.
 - un sistema de medida de presiones normales, basado en el fenómeno óptico de la frustración de la reflexión interna total de la luz, y que consta de:
 - una placa de cristal (6) de alta resistencia que hace las veces de pista de rodadura,
 - fuentes de luz blanca (10), que iluminan lateralmente la placa de cristal (6), apantalladas por reflectores (11) que aseguran que la luz se refleje totalmente de forma interna en el cristal (6),
 - una lámina de interfase (12) de material plástico o polimérico, cuyo espesor, textura y rigidez dependerán del rango de presiones de trabajo, que se sitúa sobre la placa de cristal (6) y sobre la que se apoyará el neumático, el cual al presionar sobre la lámina (12) hace que ésta contacte con el cristal (6), de modo que en cada punto de contacto se rompe la reflexión interna de la luz atrapada en el cristal produciéndose un punto brillante,
 - un sistema de adquisición, mediante cámara situada bajo la placa de cristal (6), de las imágenes brillantes que se forman en el cristal (6),
 - un sistema de digitalización de la señal analógica de la cámara para su transformación en un mapa de bits en escala de grises, en el que cada nivel de gris está relacionado con una intensidad de brillo y por tanto con un nivel de presión, que se almacena en un ordenador,
 - un sistema de procesamiento de estas imágenes digitalizadas mediante un programa informático que permite, a partir de los resultados obtenidos en las calibraciones realizadas previamente tanto de la cámara como del material de interfase utilizado, obtener una imagen real de la zona de contacto y por tanto de la huella del neumático y el mapa continuo de presiones de la huella con asociación total al dibujo del neumático.

ES 2 222 776 B1

- un sistema de calibración del sistema de medida de presiones normales, mediante el cual se obtiene una correlación entre la presión en cada punto y el brillo de la imagen en ese punto.
- un marco soporte (5), sobre el que se apoya parte del sistema de medida de presiones normales, y que está dotado de movimiento lineal y sobre él se sitúan las fuentes de luz (10), los reflectores (11) y el conjunto formado por la placa de cristal (6) y la lámina de entrefase (12).
- un sistema tractor encargado de transmitir movimiento al marco soporte (5) compuesto por:
 - guías de rodadura lineal (4) instaladas sobre la mesa de apoyo (1) para permitir el desplazamiento horizontal del marco soporte (5),
 - rodamientos lineales (13) instalados en el marco soporte (5) para permitir su desplazamiento a lo largo de las guías (4),
 - husillo de bolas (3), encargado de transmitir el movimiento del motor (2) y transformar todas las magnitudes de rotación en magnitudes lineales, en el que el carro del husillo está acoplado al marco soporte (5) haciendo que éste se desplace sobre las guías (4),
 - motor eléctrico (2) que suministrará el par necesario para que se pueda mover todo el sistema, transmitiéndose este par al marco (5) en forma de fuerza longitudinal gracias al husillo de bolas (3),
 - autómatas programables encargados de gestionar la operación del motor (2), siendo programadas las operaciones correspondientes a los ensayos a realizar.
- una estructura soporte rígida o mesa de apoyo (1) que soporta todos los componentes anteriores.

2. Procedimiento de medición de la distribución de presiones normales y de la geometría del contacto en la huella de neumáticos con su pista de rodadura, mediante el sistema de acuerdo con la reivindicación anterior, que consta de los siguientes pasos:

- calibración del sistema de medida para obtener la relación nivel de brillo-presión aplicada, consistente en una calibración de la cámara, para obtener una relación directa entre pixels y milímetros, y una calibración del material de interfase, para obtener las diferentes correlaciones entre los niveles de gris de cada punto de la imagen y los valores de presión asociados para diferentes materiales utilizados como interfase,
- montaje del neumático objeto de estudio en el buje universal instalado en el brazo (8) y ajuste de los ángulos de caída y deriva deseados,
- selección del nivel de presión dentro del cilindro-pistón (9) y por tanto de la fuerza ejercida sobre el neumático,
- obtención de la imagen con la cámara situada en la parte inferior de la placa de cristal,
- digitalización de la imagen y almacenamiento en ordenador,
- procesamiento de la imagen en ordenador mediante programa informático.

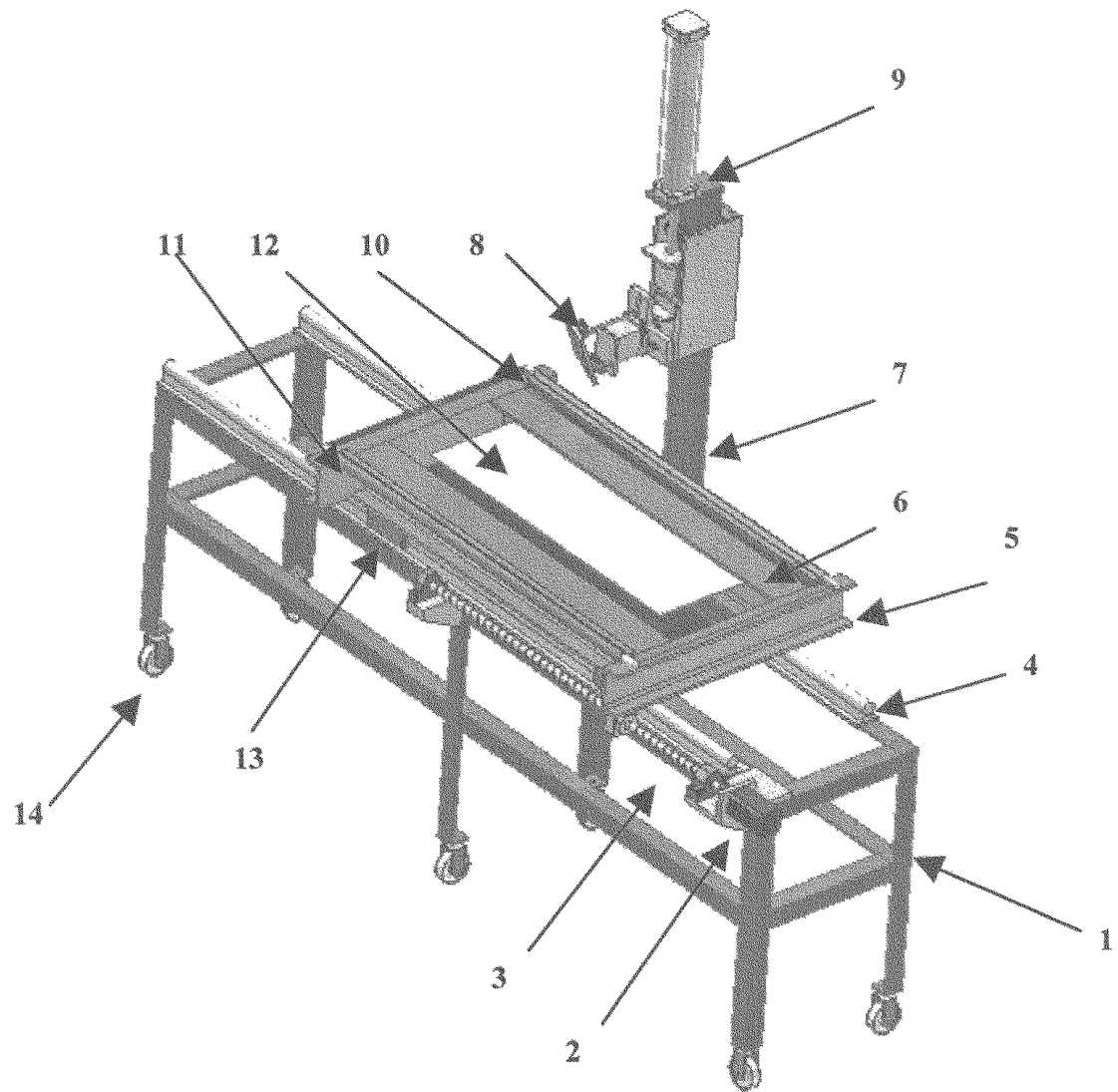


Figura 1

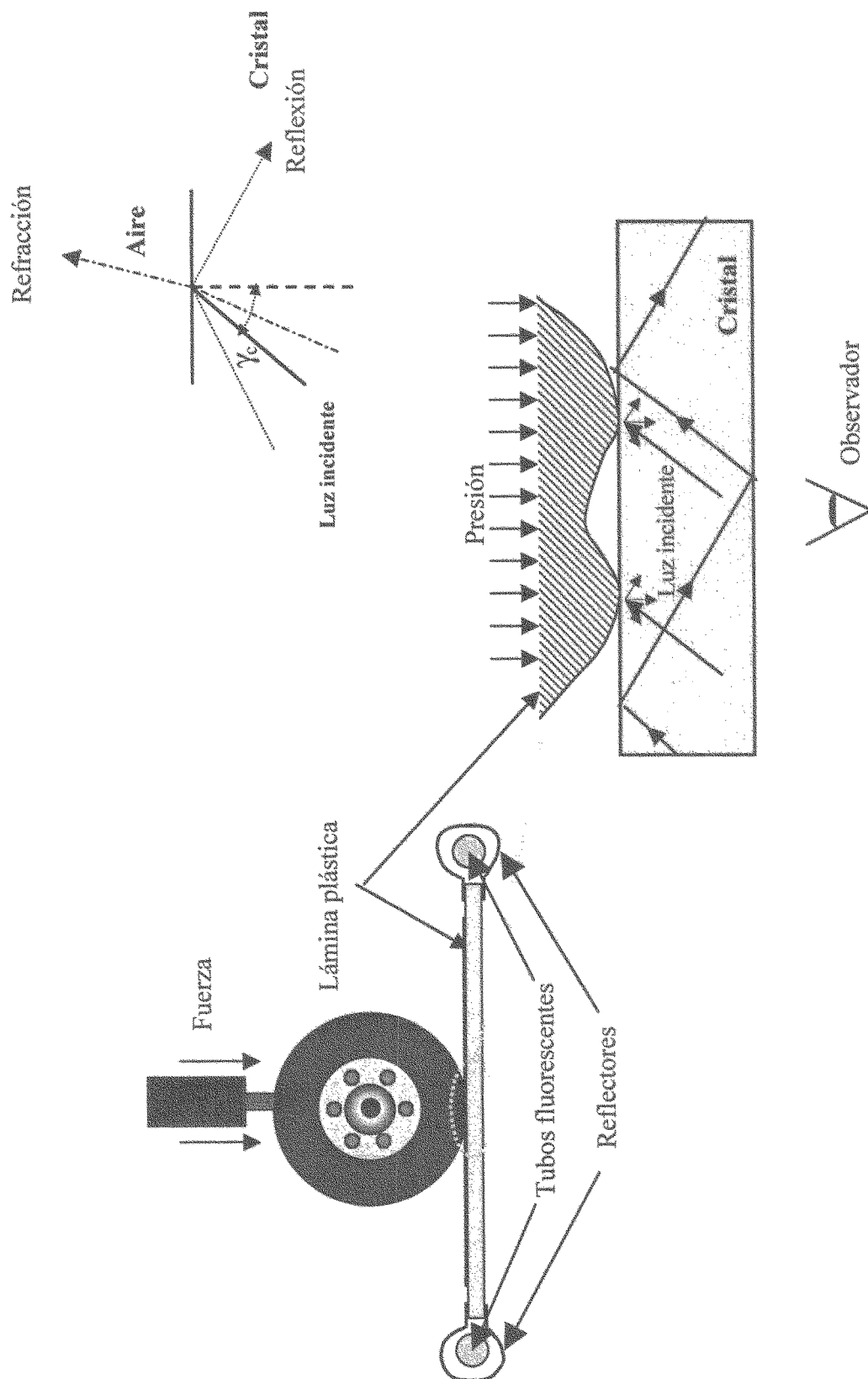


Figura 2

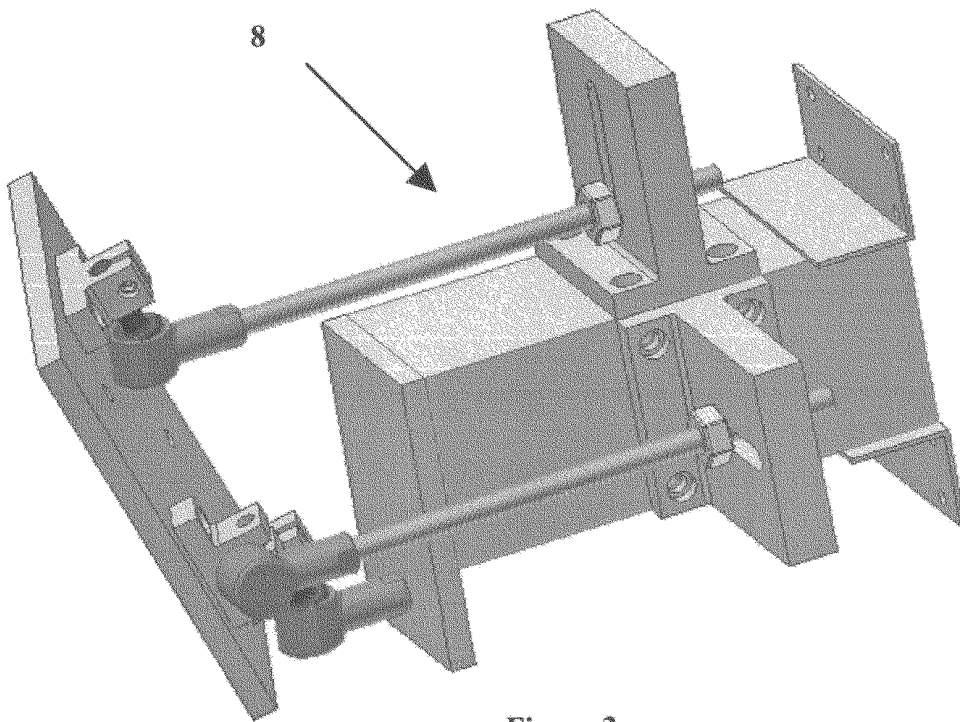


Figura 3

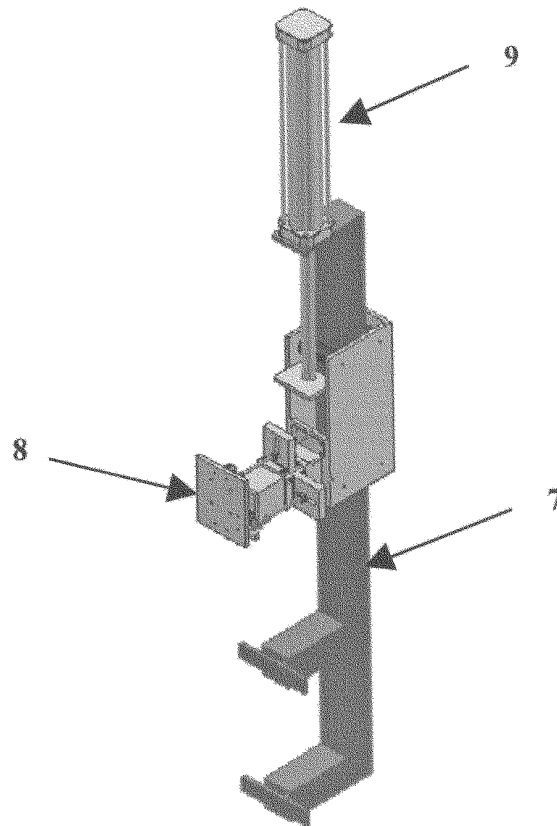


Figura 4

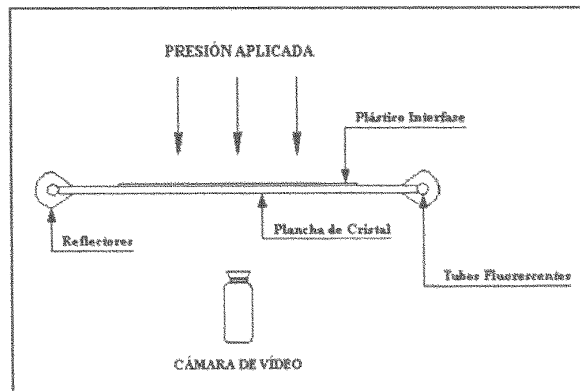


Figura 5

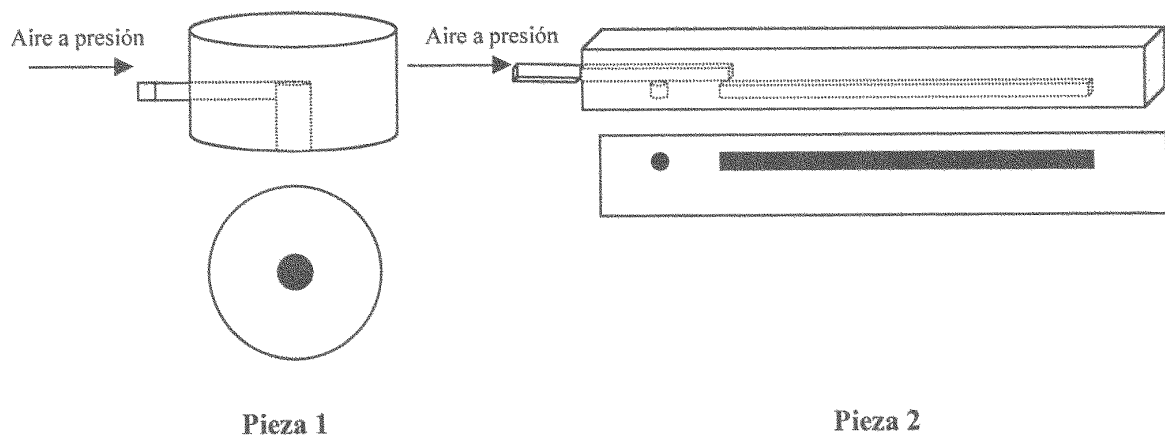
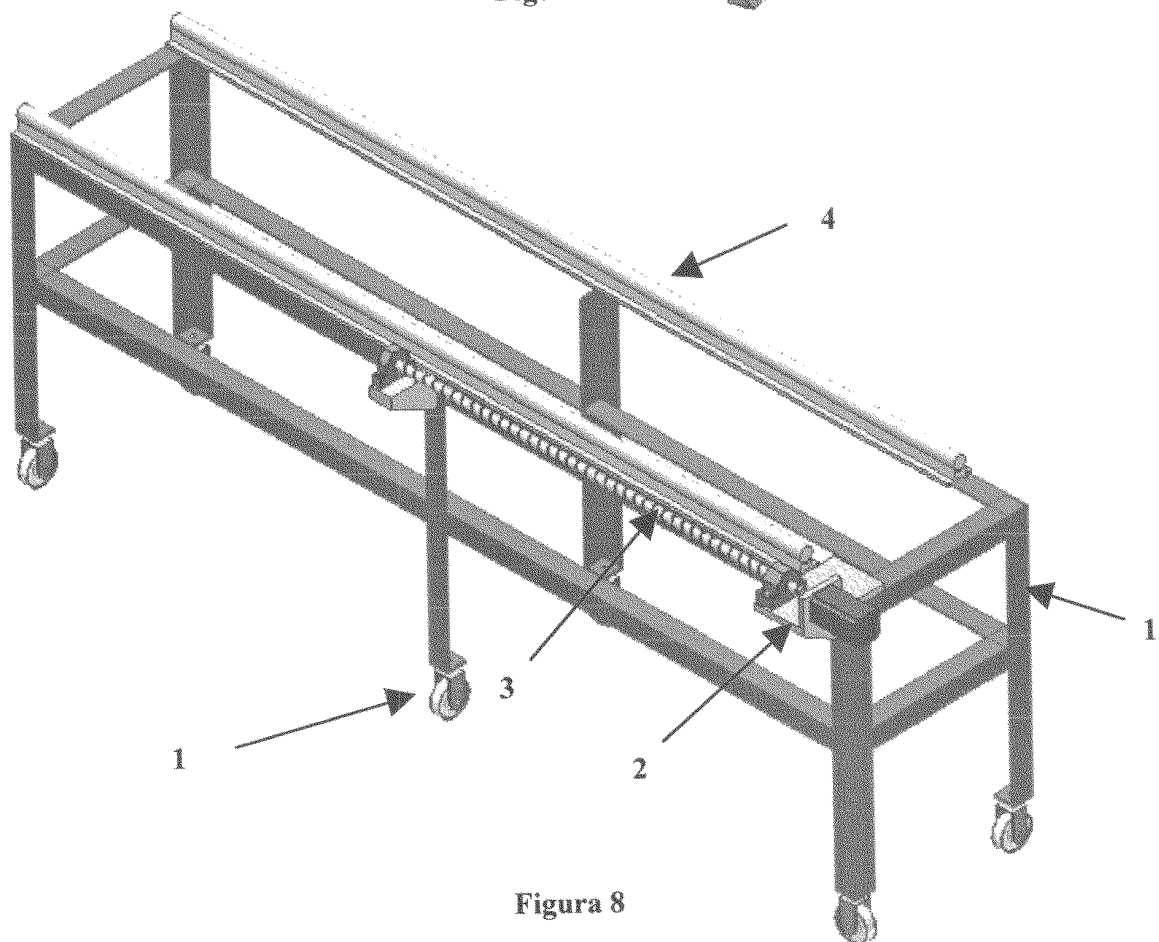
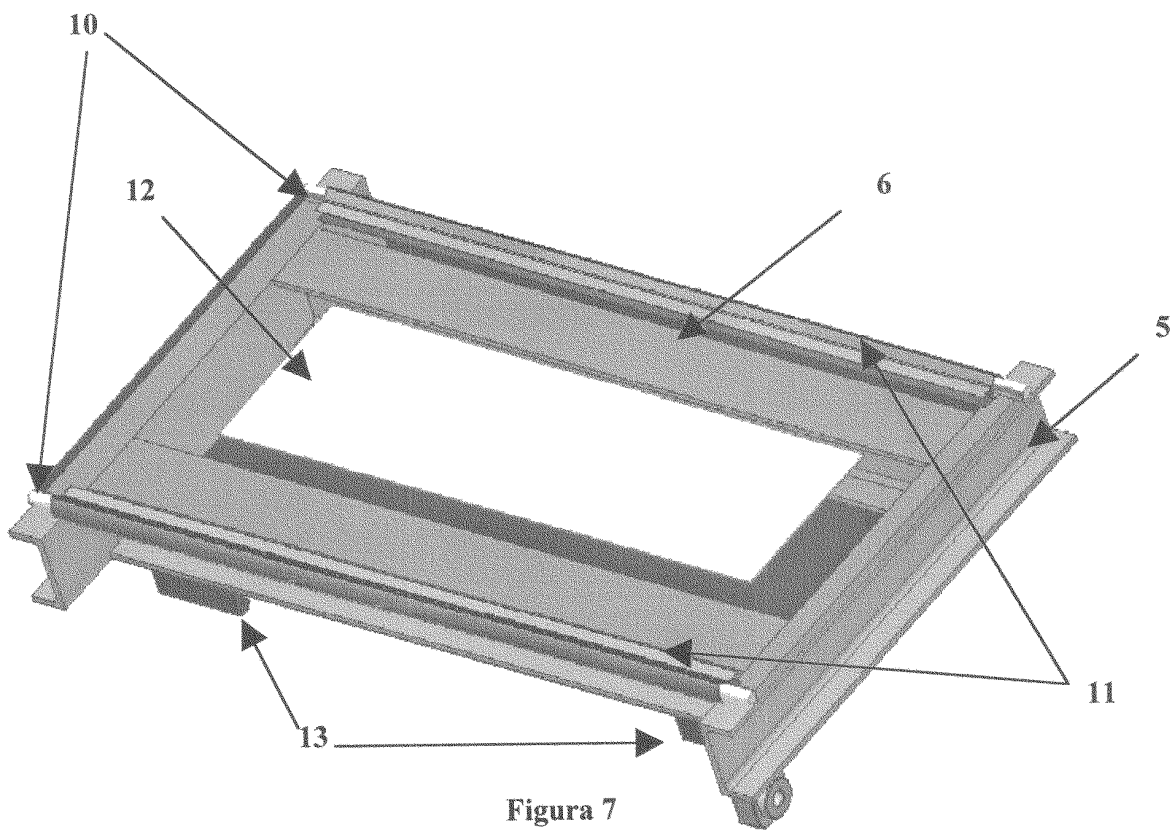


Figura 6



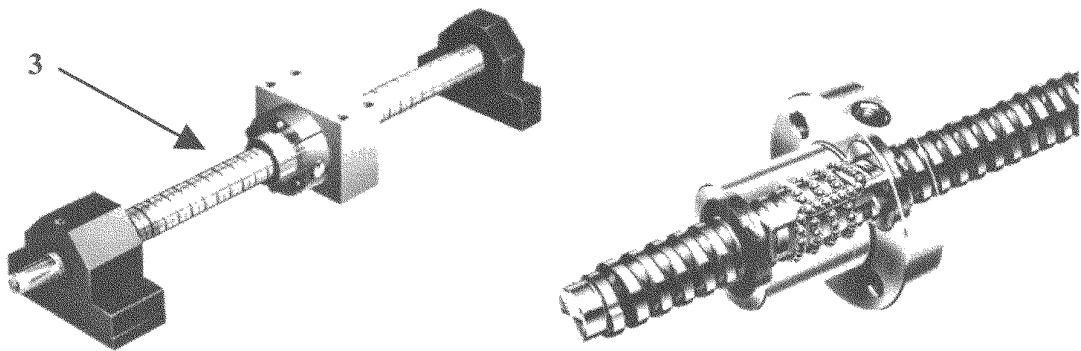


Figura 9

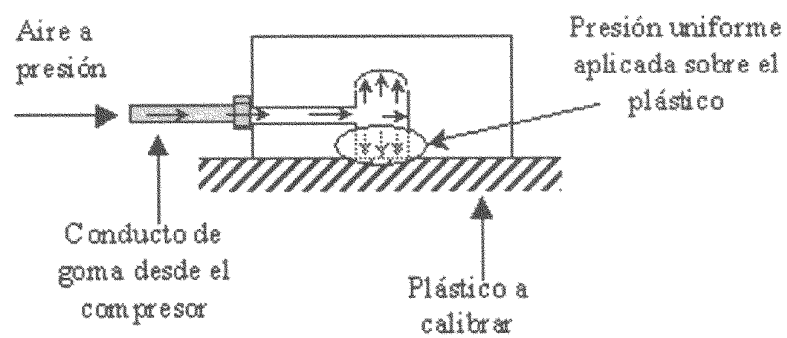


Figura 10

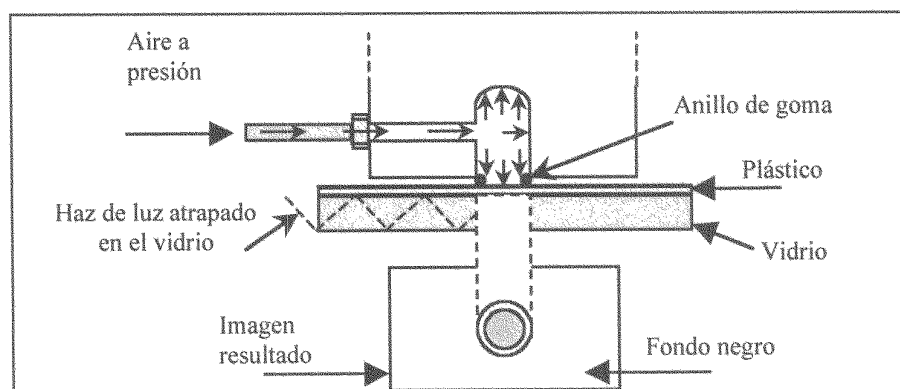


Figura 11



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 222 776

⑫ Nº de solicitud: 200200445

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 25.02.2002

⑭ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.7: G01L 17/00, G01M 17/02

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 5092166 A (WADA et al.) 03.03.1992, columna 3, línea 62 - columna 7, línea 31; figuras 1,3-5.	1-4,7,8
Y		5,6,9
X	EP 0837308 A (BRIDGESTONE/FIRESTONE) 22.04.1998, columna 5, línea 10 - columna 8, línea 31; columna 9, línea 28 - columna 11, línea 5; figuras 1-3.	1-4
Y		5,6,9

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

29.12.2004

Examinador

J. Olalde Sánchez

Página

1/1